

Проф. Д-р Методија Б. Трајчев  
Димитар Наков

# МИКРОБИОЛОГИЈА СО ЗАРАЗНИ БОЛЕСТИ

Учебник за II година

Земјоделско-ветеринарна струка  
Профил: ветеринарен техничар



Скопје, 2014

Д-р Методија Б. Трајчев, редовен професор  
Димитар Наков, помлад асистент

## **МИКРОБИОЛОГИЈА СО ЗАРАЗНИ БОЛЕСТИ**

**II година**

**Земјоделско-ветеринарна струка**

**Профил: ветеринарен техничар**

Рецензенти:

Д-р Цане Пејковски, редовен професор

Владо Јованов

Маја Лукарева

Лектор:

Благица Валаска

Ликовно-графичка подготовка:

Натали Николовска

**Издавач:** Министерство за образование и наука за Република Македонија

**Печати:** Графички центар доел, Скопје

Со решение на Министерот за образование и наука на Република Македонија бр. 22-4662/1 од 27.08.2010 година се одобрува употребата на овој учебник.

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св.Климент Охридски", Скопје

616.9 (075.3)

579.62 (075.3)

ТРАЈЧЕВ, Методија

Микробиологија со заразни болести : II година : земјоделско-ветеринарна струка

: профил : ветеринарен техничар / Методија Б.Трајчев, Димитар Наков. - Скопје:

Министерство за образование и наука на Република Македонија, 2010, - 220 стр. :

илустр. ; 25 см

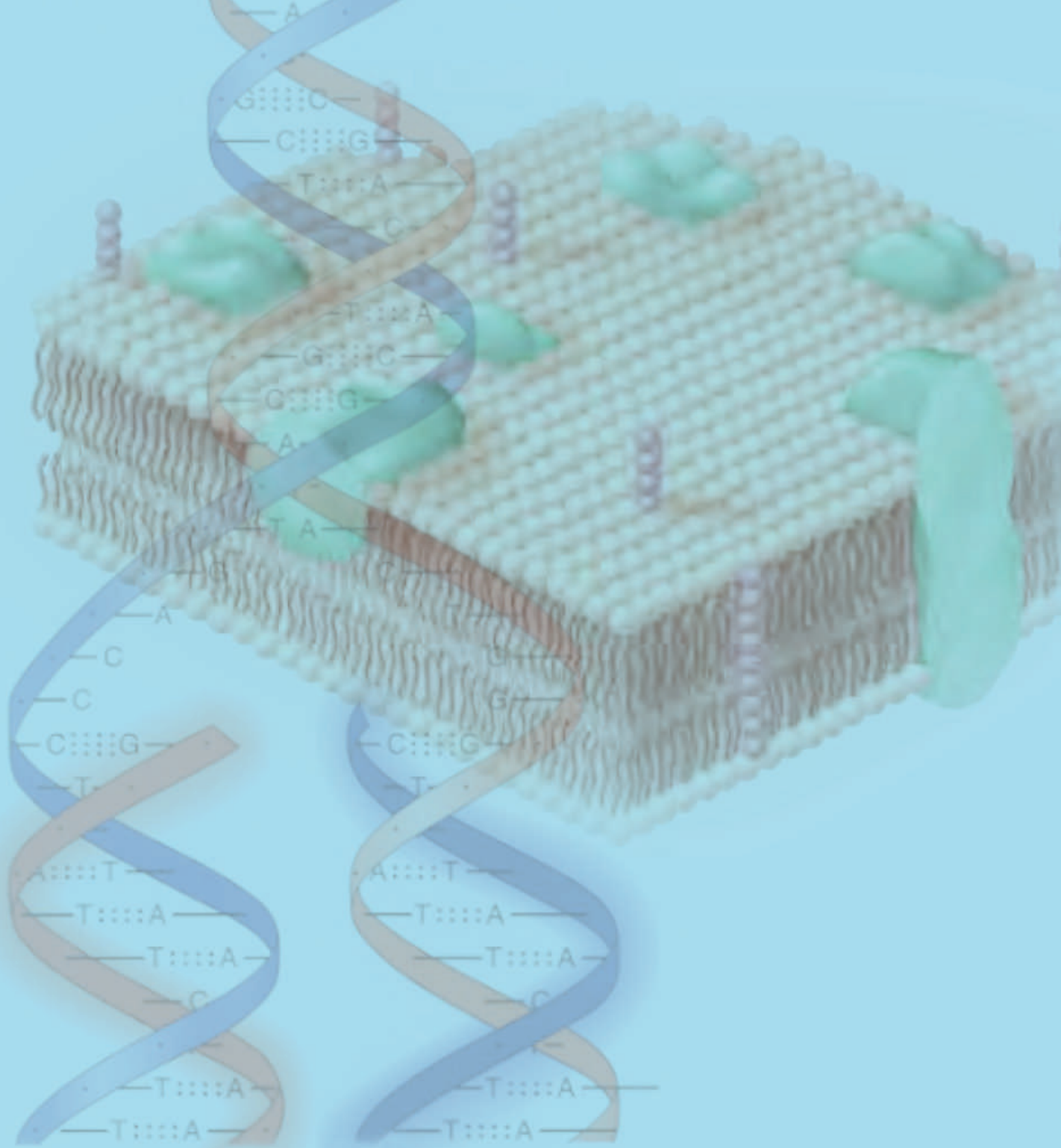
Речник на помалку познати зборови употребени во текстот на учебникот: стр. 216-

220. - Библиографија: стр.215

ISBN 978-608-226-214-7

1. Наков, Димитар [автор]

COBISS.MK-ID 85401354



**СОДРЖИНА**



**1. МОРФОЛОГИЈА И ГРАДБА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ****13**

<b>1.1. КЛАСИФИКАЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ</b>	<b>15</b>
1.1.1. Нижи протисти	17
1.1.2. Виши протисти	17
1.1.3. Вируси	18
<b>1.2. ФОРМА И ГРАДБА НА ОДДЕЛНИ ГРУПИ МИКРООРГАНИЗМИ</b>	<b>20</b>
1.2.1. Форма и градба на бактериите	20
1.2.2. Форма и градба на габите	27
1.2.3. Форма и градба на вирусите	29
<b>1.3 ПРЕПАРАТИ И ИНСТРУМЕНТИ ЗА БОЈОСУВАЊЕ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ</b>	<b>32</b>
1.3.1. Микроскопски препарати	32
1.3.2. Видови и техники за изработка на микроскопски препарати	32
1.3.3. Бојосување на микроскопските препарати	33
1.3.4. Техники за бојосување на микроорганизмите	33

**2. ФИЗИОЛОГИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ****37**

<b>2.1. ХЕМИСКИ СОСТАВ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ</b>	<b>39</b>
<b>2.2. ПРОЦЕСИ НА КАТАБОЛИЗАМ, АНАБОЛИЗАМ И МЕТАБОЛИЗАМ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ</b>	<b>42</b>
<b>2.3. ИСХРАНА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ И НИВНА КЛАСИФИКАЦИЈА СПОРЕД НАЧИНОТ НА ИСХРАНА</b>	<b>43</b>
2.3.1. Извори на храна за микроорганизмите	43
2.3.2. Механизам на исхрана на микроорганизмите	46
<b>2.4. БИОХЕМИСКА АКТИВНОСТ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ</b>	<b>48</b>
2.4.1. Ензими на микроорганизмите	48
2.4.2. Биоенергетика	49
2.4.3. Видови биолошки оксидо-редуктивни процеси	49
2.4.4. Улога на микроорганизмите во кружење на материјата во природата	52
<b>2.5. РАЗМНОЖУВАЊЕ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ ВО ПРИРОДАТА</b>	<b>54</b>
2.5.1. Механизам за размножување на бактериите	54
2.5.2. Механизам за размножување на квасниците	56
2.5.3. Механизам за размножување на мувлите	57
2.5.4. Механизам за размножување на вирусите	57
<b>2.6. ХРАНЛИВИ ПОДЛОГИ ЗА РАСТ И РАЗВОЈ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ</b>	<b>60</b>
2.6.1. Лабораториски садови, нивно миеење и подготовка за стерилизација	60
2.6.2. Видови микробиолошки подлоги	61
2.6.3. Земање и праќање на материјал за бактериолошко испитување	63
2.6.4. Култивирање, биохемиско и серолошко испитување на бактериите	64



2.6.5. Култивирање и биохемиско испитување на габите	65
2.6.6. Култивирање и серолошко испитување на вируси, рикеции и хламидии	66

### **3. ВЛИЈАНИЕ НА ЕКОЛОШКИТЕ ФАКТОРИ ВРЗ МИКРООРГАНИЗМИТЕ** 69

<b>3.1. КЛАСИФИКАЦИЈА НА ЕКОЛОШКИТЕ ФАКТОРИ</b>	<b>71</b>
3.1.1. Дејство на абиотичките фактори врз микроорганизмите	71
3.1.2. Дејство на биотичките фактори врз микроорганизмите	81
3.1.3. Антибиотици	82
<b>3.2. ЕКОЛОШКИ ФАКТОРИ КОИ ВЛИЈААТ ВРЗ ЖИВОТОТ И РАЗМНОЖУВАЊЕТО НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ</b>	<b>84</b>

### **4. РАСПРОСТРАНЕТОСТ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ** 89

<b>4.1. КЛАСИФИКАЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ СПОРЕД ЖИВОТНАТА РАСПРОСТРАНЕТОСТ ВО ПРИРОДАТА</b>	<b>91</b>
<b>4.2. КАРАКТЕРИСТИКИ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ ОД ПОЧВАТА, ВОДАТА И ВОЗДУХОТ</b>	<b>91</b>
<b>4.3. МИКРОФЛОРА НА ПРЕХРАНБЕНИТЕ ПРОИЗВОДИ</b>	<b>94</b>
<b>4.4. МИКРОФЛОРА НА ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ</b>	<b>97</b>
<b>4.5. ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ НА САПРОФИТСКАТА ОД ПАТОГЕНАТА МИКРОФЛОРА</b>	<b>101</b>

### **5. ГЕНЕТИКА** 103

<b>5.1. ГЕНЕТИКА НА БАКТЕРИИТЕ</b>	<b>106</b>
5.1.1. Физички и хемиски својства на наследната основа	107
5.1.2. Форми на променливост	110
5.1.3. Форми на пренесување на гените кај бактериите (генетски рекомбинации)	115
<b>5.2. ГЕНЕТИКА НА ВИРУСИТЕ</b>	<b>120</b>
5.2.1. Форми на варијација кај вирусите	120

### **6. ИНФЕКЦИЈА** 123

<b>6.1. ПОИМ ЗА ИНФЕКЦИЈА</b>	<b>125</b>
<b>6.2. КАРАКТЕРИСТИКИ НА БАКТЕРИСКАТА ИНФЕКЦИЈА</b>	<b>128</b>
<b>6.3. КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВИРУСНИТЕ ИНФЕКЦИИ</b>	<b>132</b>
<b>6.4. ПАТОГЕНОСТ И ВИРУЛЕНЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ</b>	<b>135</b>
<b>6.5. ФАКТОРИ КОИ ВЛИЈААТ ВРЗ ПАТОГЕНОСТА НА БАКТЕРИИТЕ</b>	<b>137</b>
<b>6.6. ПАТОГЕНОСТ И ВИРУЛЕНЦИЈА НА ВИРУСИТЕ</b>	<b>142</b>
<b>6.7. ПАТОГЕНОСТ НА ГАБИТЕ</b>	<b>144</b>

## **7. ЕПИЗООТИОЛОГИЈА НА ЗАРАЗНИТЕ БОЛЕСТИ 145**

<b>7.1. ПОИМ ЗАРАЗА И ЗАРАЗНА БОЛЕСТ</b>	<b>147</b>
<b>7.2. ОПШТА ЕПИЗООТИОЛОГИЈА</b>	<b>148</b>
7.2.1. Извори на заразните болести	149
7.2.2. Патишта за пренесување на заразните болести	154
7.2.3. Врата на инфекцијата	156
7.2.4. Вируленција и количество на микроорганизмот	157
7.2.5. Приемлив организам, домаќин на заразата	158
<b>7.3. ПОДЕЛБА НА ЗАРАЗНИТЕ СПРЕМА НАЧИНОТ НА ШИРЕЊЕ</b>	<b>162</b>
<b>7.4. ДИЈАГНОСТИКА НА ЗАРАЗНИТЕ БОЛЕСТИ</b>	<b>165</b>
<b>7.5. ПРИНЦИПИ ЗА СПРЕЧУВАЊЕ И ЕРАДИКАЦИЈА НА ЗАРАЗНИТЕ БОЛЕСТИ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА</b>	<b>168</b>
7.5.1. Законски регулативи во Република Македонија за спречување и ерадикација на заразните болести на нејзината територија	169

## **8. ИМУНИТЕТ 177**

<b>8.1. ПОИМ ЗА ИМУНИТЕТ</b>	<b>179</b>
<b>8.2. ПРИРОДНА (НЕСПЕЦИФИЧНА) ОТПОРНОСТ НА ОРГАНИЗМОТ</b>	<b>181</b>
8.2.1. Фактори од кои зависи неспецифичната отпорност	181
<b>8.3. СТЕКНАТА (СПЕЦИФИЧНА) ОТПОРНОСТ НА ОРГАНИЗМОТ - ИМУНИТЕТ</b>	<b>188</b>
8.3.1. Антигени	189
8.3.2. Имунолошки одговор на живиот организам	191
<b>8.4. РЕАКЦИЈА АНТИГЕН-АНТИТЕЛО</b>	<b>198</b>
<b>8.5. КЛЕТОЧНА ИМУНОЛОШКА РЕАКЦИЈА</b>	<b>202</b>
<b>8.6. АЛЕРГИИ (ПРЕЧУВСТВИТЕЛНОСТ)</b>	<b>202</b>

## **9. ВАКЦИНИ И СЕРУМИ 207**

<b>9.1. ВАКЦИНИ</b>	<b>209</b>
<b>9.2. СЕРУМИ</b>	<b>212</b>

## **10. ЛИТЕРАТУРА 215**

## **11. РЕЧНИК НА ПОМАЛКУ ПОЗНАТИ ЗБОРОВИ УПОТРЕБЕНИ ВО ТЕКСТОТ НА УЧЕБНИКОТ 216**





## КРАТОК ПРЕГЛЕД ЗА РАЗВОЈОТ НА МИКРОБИОЛОГИЈАТА

Историскиот развој на микробиологијата не може да се оддели од обидите на човекот да најде одговор на прашањата кои се однесуваат на настанувањето на животот, распаѓањето на органската материја, природата на заразните болести и обидите да се подобри хигиената при производството на храна. Во минатото, одговорот на овие прашања бил поврзуван со верските и филозофските размислувања кои биле карактеристика на одреден временски период.

Првите податоци кои се наоѓаат во пишаната историја се однесуваат на епидемиите кои им нанесувале големо зло на луѓето и животните. Старите народи верувале дека епидемиите се знак за гневот на боговите и настојувале да ги отстранат со принесување на жртви, не знаејќи дека со тоа всушност прават превентива на болестите. Прва мерка која била преземена за спречување на ширењето на болестите било отварањето на карантини во четиринаесеттиот век во Марсеј и Венеција, што се должело на сознанието дека со изолација може да се спречи ширењето на болестите, иако некои тоа го споредувале со „верско чистилиште“.

Хипократ во своите записи го отфрлил верското размислување за настанувањето на болестите и истакнал дека за настанување на болест се потребни два фактора: внатрешен, поврзан со конституцијата на организмот и надворешен или „мијазма“, односно воздух модифициран на непознат начин, кој станал штетен по здравјето. Ова сфаќање дека штетниот воздух е причина за настанување на болести се одржало во текот на целиот среден век.

Дури во првата половина на XIV век, Фракасториус го руши ова сфаќање и докажува дека сифилисот го предизвикуваат живи агенси, „*contagium vivum*“. Подоцна, истиот автор објавил книга во која пишува дека болестите се пренесуваат со директен контакт, или со посредство на неживи преносители преку воздухот на одредено растојание. Овие причинители на болести ги нарекол „*seminaria morbi*“. Истиот автор навел мислење дека семето на тие агенси се пренесува од болно на здраво животно.

Дури со откривањето на микроскопот, а се претпоставува дека првиот микроскоп бил конструиран 1609 година, од страна на Захарија Јенсен во Холандија и Галилеј во Италија, започнува спориот развој на микробиологијата. Микроорганизмите за прв пат ги видел и опишал Ентони ван Левенхук во Холандија во 1676 година, со микроскоп кој самиот го конструирал. Неговите наоди во 1678 година ги потврдил и Хук. Во класификацијата на Лине од 1767 година, овие „ситни животни“ биле распоредени во класата *Chaos infusorium*. Работејќи на класификацијата на „ситните животни“, Еренберг во 1829 година го поставил родот *Bacterium* (од грчкиот збор *bacter*-стапче), иако не ја знаел природата на тие бактерии.

Во обидот да се докаже настанувањето на болестите, Бојл во 1663 година навел дека причина може да бидат процесите на вриење и гниење кои настануваат спонтано, што во суштина било продолжување на сфаќањата на Аристотел за спонтаното настанување или абиогенеза на ситните животни, црви и инсекти, кое се одржало во целиот среден век. Меѓутоа, италијанскиот природонаучник Спаланцани, во 1765 година докажал дека овие научници направиле техничка грешка и дека постојат облици на микроорганизми кои го преживуваат варењето и такви кои се размножуваат во средина без воздух. Сепак Луј Пастер, кој во 1860 година направил повеќе експерименти и дефинитивно го отфрлил сфаќањето за спонтаното настанување на микроорганизмите, ја започнал ерата на научната микробиологија.

Пастер со своите експерименти многу придонел во развојот на микробиологијата. Ги потврдил претходните истражувања и докажал дека процесите на вриење на виното и пивото зависат од квасниците, понатаму докажал дека и останатите процеси на млечно-киселинското вриење, бутерно-киселинското вриење, гниењето и другите слични процеси настануваат под дејство на микроорганизмите. Откритијата на Пастер го навеле хирургот Листер да ја воведо карболната киселина како дезинфекционо средство во хируршката практика. Во тој период откриени се многу бактерии и габи како причинители на многу заболувања, но техниката за нивно култивирање не била доволно позната, не биле познати чисти култури, па не можело со сигурност да се потврди етиологијата на тие болести.

Роберт Кох, проучувајќи го антраксот во 1876 година, ги открил чистите култури и нивното значење во микробиологијата, како и бојосувањето на микроскопските препарати. Подоцна, во 1882 година, го открил и причинителот на туберкулозата и во својата студија изнел погледи за природата на инфективните болести, кои се познати како Кохови постулати. Од тогаш започнува интензивниот развој на микробиологијата и заземање на нејзиното место во научните текови.

Историскиот развој на имунологијата, исто така, бил спор и долготраен. Постојат податоци дека некои стари народи применувале имунизација против змиски отров, со внесување на мали количини од отровот во посекотина на кожата. Пред повеќе од 20 века, Кинезите во борбата со големите сипаници применувале метод кој денес го нарекуваме вариолизација. Тие внесувале осушени красти од сипаница од болни луѓе во посекотини на кожата на здрави луѓе. Често, ваквиот начин на имунизација бил причина за настанување на нови епидемии.

Во 1778 година, Џенер почнал да го проучува односот помеѓу кравјите сипаници и големите сипаници кај луѓето. Тој забележал дека молзачките кои се инфицирале со кравји сипаници имале локални промени по рацете, ама не заболеле од големите сипаници.

Во наредните 100 години во областа на имунологијата не се случиле позначајни научни достигнувања. Во 1877 година, со истражувањата на Пастер имунологијата добила нови правци. Со резултатите од неговите истражувања со примена на вакцинација против пастерелоза кај живината, антракс и беснило, поставени се цврсти темели врз кои понатаму се развивала имунологијата. Во меѓувреме, со примената на ослабнати (атенуирани) причинители на болести за вршење на имунизација, поставени се и првите истражувања во полето на генетиката на микроорганизмите.

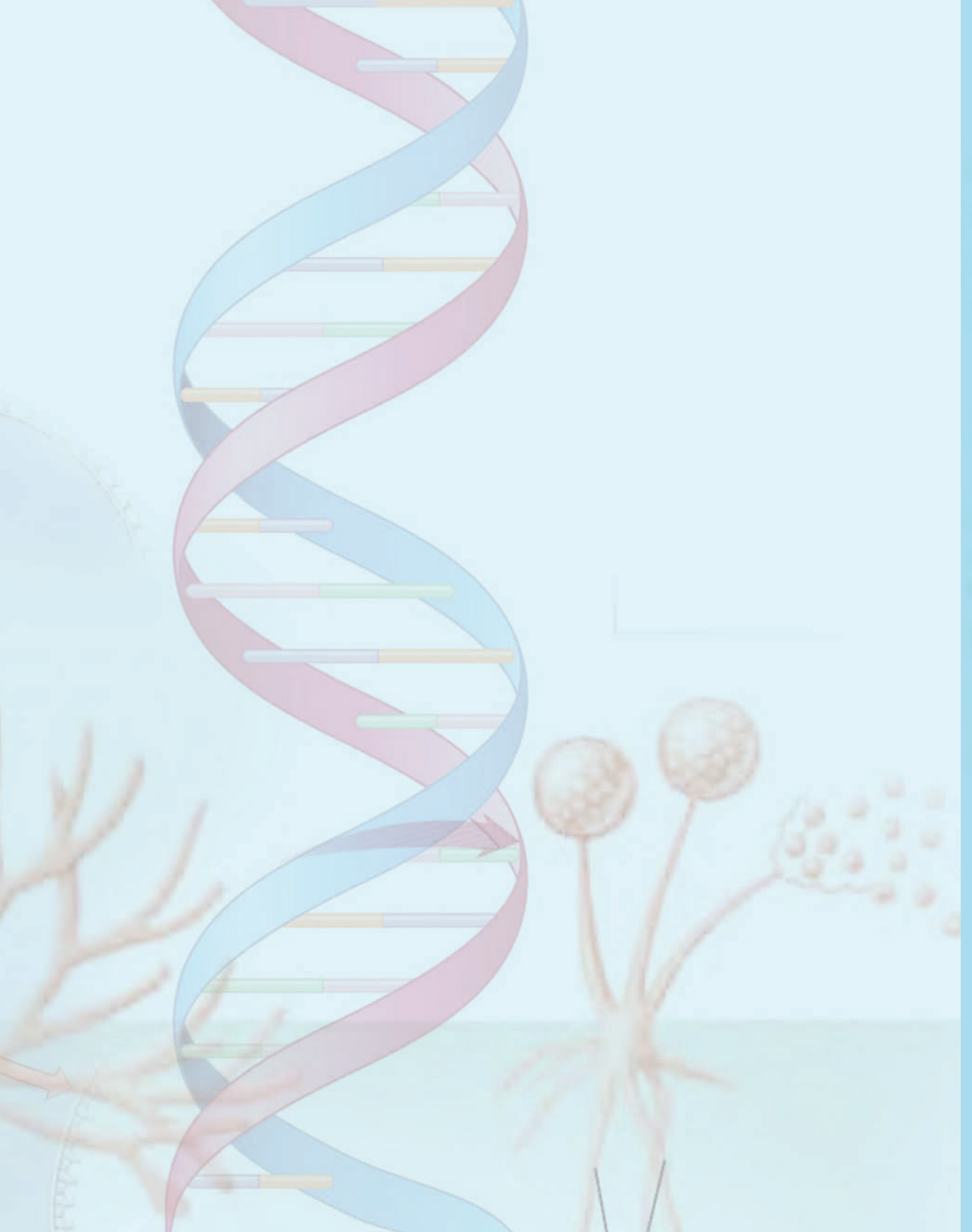
Последните две децении на XIX век направен е голем напредок во изучувањето на специфичните серолошки реакции и објаснување на имунолошките појави. Борде и Енрлих во 1897 година ја поставиле „теоријата на странични ланци“, сакајќи да го објаснат настанувањето на имунитетот и механизмот на реакцијата антиген-антитело. Во 1881 година Мечников ја открил фагоцитозата и ја поставил теоријата за клеточен имунитет, мислејќи дека фагоцитозата е носител на имунитетот.

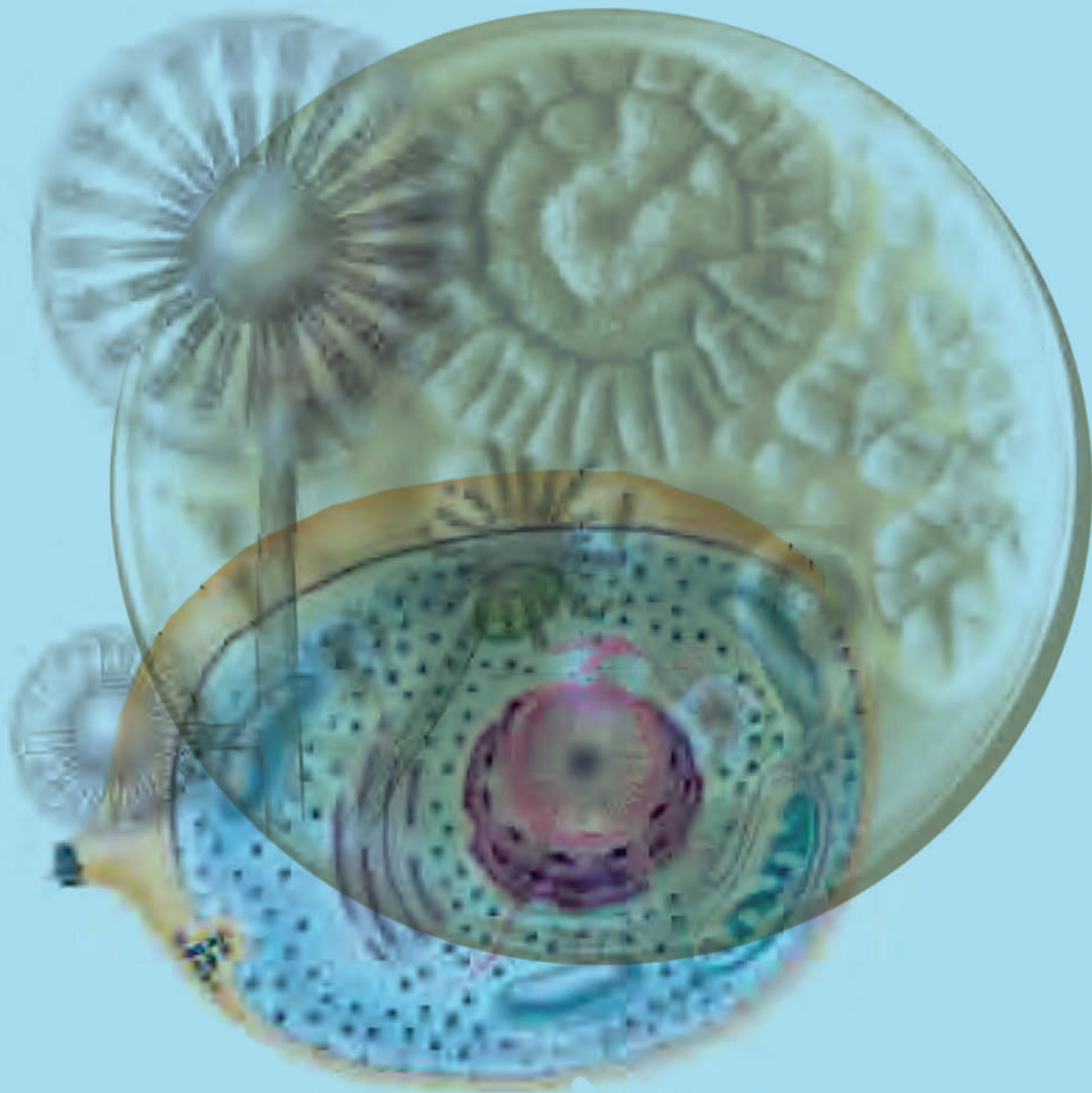
Беринг во 1890 година утврдил дека животните може да се заштитат против дифтерија со вбригување на дифтеричен токсин, а нешто подоцна Китасатом ја докажал истата појава и со тетанусниот токсин. И во двата случаи авторите утврдиле дека серумот на имунизираните животни содржи супстанца која специфично ги неутрализира тие токсини. Со ова во клиничката пракса е воведено пасивното имунизирање поради лечење на многу инфекции.

Примената на имуните серуми во клиничката пракса довела до нови сознанија во имунологијата, на пример, специфичната преосетливост наречена анафилакса или алергија. Од посебно значење била реакцијата на Коховиот туберкулин и откривањето на серумската болест од страна на Пирке и Шик, во 1905 година.

Со откривањето на сулфонамидите и антибиотиците, отворени се нови димензии во микробиологијата. Со испитување на начините на нивно делување се откриени основните познавања за физиологијата на микроорганизмите. Откривањето на антагонизмот меѓу микроорганизмите, што го забележал уште Пастер, добива значење со истражувањата на Александар Флеминг (1929) за влијанието на габата *Penicillium* врз културата од стафилококи. Чејн и Флори (1941) од културата на *Penicillium notatum* изолирале антагонистички материји, односно антибиотикот пеницилин. Подоцна, Ваксман (1944), го издвоил стрептомициноот.

Ново поглавје во микробиологијата претставува брзиот развој на генетиката во последните децении, што придонело за запознавање на биохемиските процеси на наследување и променливост, а со тоа и развој на една сосема нова научна дисциплина - молекуларна биологија.





**1. МОРФОЛОГИЈА И ГРАДБА НА  
МИКРООРГАНИЗМИТЕ**





## СОДРЖИНА НА НАСТАВНАТА ТЕМА

### КЛАСИФИКАЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

Нижи протисти  
Виши протисти  
Вируси

### ФОРМА И ГРАДБА НА ОДДЕЛНИ ГРУПИ НА МИКРООРГАНИЗМИ

Форма и градба на бактериите  
Форма и градба на габите  
Форма и градба на вирусите

### ПРЕПАРАТИ И ИНСТРУМЕНТИ ЗА БОЈОСУВАЊЕ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

Микроскопски препарати  
Видови и техники за изработка на микроскопски препарати  
Бојосување на микроскопските препарати  
Техники за бојосување на микроорганизмите



## 1.1. КЛАСИФИКАЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

Микробиологијата ја изучува морфологијата, градбата, екологијата и физиологијата на микроорганизмите, кои се најситните живи едноклеточни суштества, видливи само со микроскоп. Микробиологијата, исто така, ја изучува распространетоста на микроорганизмите во животната средина, нивниот однос спрема другите микроорганизми и повисоко организираниите живи суштества, нивното корисно и штетно влијание врз човекот, како и физичките, хемиските и биолошките промени кои ги предизвикуваат во својата средина.

Од дамнешни времиња се верувало дека нашата планета ја населуваат две различни групи на живи суштества: растенија и животни. Во поранешната историја на биологијата, тоа научно сфаќање е формулирано со поделба на живиот свет во две царства: царство на растенијата (*Planta*) и царство на животните (*Animalia*). Меѓутоа, кон крајот на XVII век, со пронаоѓањето на микроскопот од страна на Левенхук, биле откриени ситни живи суштества, невидливи со голо око, наречени микроби (името им доаѓа од грчките зборови *micro*-мал и *bios*-живот). Дарвиновиот ученик Хекел во 1896 година предложил микроорганизмите да се распоредат во ново царство *Protista* (од грчкиот збор *protistos*-примитивен). Тој со ова сакал покрај двете главни групи на живи суштества, растенијата и животните, да се формира и трета група, односно светот на микроорганизмите. Според неговото мислење, групата *Protista* би требала да ги опфати сите едноклеточни организми кои се независни во физиолошка смисла, и некои повеќеклеточни микроорганизми изградени од малку диференцирани клетки. Кај протистите најчесто една клетка, а поретко мал број клетки ги вршат сите основни животни функции, за разлика од растенијата и животните кои се изградени од билиони диференцирани клетки организирани во ткива и органи за да ги вршат животните функции.

Според претставниците на ова мислење кое во последно време е прифатено од мнозинството микробиолози, групата *Protista* се дели на:

1. Нижи протисти;
2. Виши протисти и
3. Вируси.

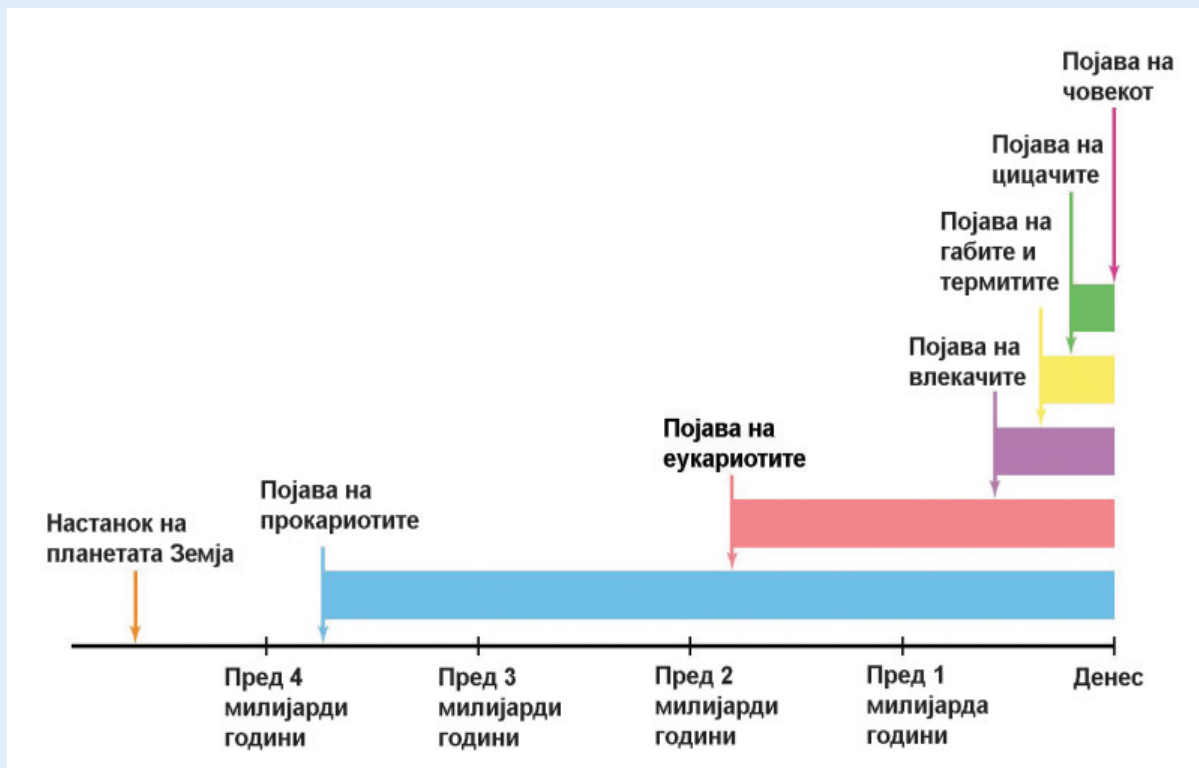
Во нижи протисти спаѓаат:

- *Shygomycetae*-бактерии (од гр. *šiza*-делење);
- *Mycoplasma* (од гр., облик сличен на габичка);
- *Rickettsia*, по градба слични на бактериите, само што се внатреклеточни паразити;
- *Chlamydaceae*, кои се со поедноставна градба од рикециите и се внатреклеточни паразити.

Во виши протисти спаѓаат:

- *Protozoe* (од гр. *protos*-примитивен и *zoon*-животно), кои се едноклеточни животни;
- *Alge* (од лат. *algae*-морска трева), кои се едноклеточни, фотосинтетички растителни организми, со исклучок на сино-зелените алги;
- *Eumycetae* (од гр. *eu*-вистински и *mykes*-габа), каде што припаѓаат габите и мувлите.

Вирусите се бесклеточни организми кои не припаѓаат во ниту една од претходните две групи.



Слика 1. Хронолошки редослед на настанувањето на живиот свет на земјата

Основна разлика помеѓу вишите и нижите протисти е во градбата на нивната клетка. Клетките на вишите протисти се еукариотски (од гр., *eu*-вистински и *caryon*-јадро) и се многу слични со клетките на растенијата и животните. Содржат јадро со јадрова мембрана, хромозомски апарат кој со делење обезбедува еквивалентна репликација за две клетки - ќерки. Јадрото претставува најважниот дел од секоја клетка и без него ниту една клетка не може да живее. Тоа е управувач на сите животни функции на клетката и има пресудна улога во наследувањето и пренесувањето на особините на идните генерации. Внатре во јадрото се наоѓа наследниот материјал, или хромозомите, кои може да бидат изградени од дезоксирибонуклеинска киселина (ДНК), или рибонуклеинска киселина (РНК). Јадрото се наоѓа во цитоплазмата на клетката која претставува воденикава, прозрачна безбојна течност. Во цитоплазмата се наоѓаат ситни зрнца - рибозоми во кои се врши биосинтезата на протеините, вакуоли, а од клеточните органели се среќаваат ендоплазматски ретикулум, митохондрии, Голџиеви тела, хлоропласти и др. Клетката од надвор е обвиткана со цитоплазматска мембрана, а повеќето клетки имаат уште една обвивка наречена клеточен ѕид. Клетките на некои микроорганизми над клеточниот ѕид имаат уште една мошне цврста обвивка, наречена капсула или чаура. На површината на некои клетки се наоѓаат клеточни израстоци (трепки или камшичиња) кои служат за движење.

Нижите протисти се прокариоти (од гр., *pro*-примитивен и *caryon*-јадро). Тие немаат вистински ограничено и морфолошки оформено јадро, туку јадрениот апарат се состои од кружен хромозом без јадрена мембрана, сместен во цитоплазмата на клетката во вид на купчиња. Поради тоа, овие формации долго време не се сметале за јадро, туку биле нарекувани нуклеотиди, нуклеински еквиваленти или хромозомски тела.

Прокариотските клетки обично имаат еден хромозом, изграден од нишки на двосинцирна дезоксирибонуклеинска киселина (ДНК), имаат клеточни органели, но немаат митохондрии и од надвор се ограничени со клеточен ѕид. Тие се најстарите клетки на светот и од нив започнала еволуцијата на живите суштества.

### 1.1.1. Нижи протисти

**Бактерии.** Бактериите претставуваат многу хетерогена група на микроорганизми со извесни особини на растенијата. Според својата форма, меѓусебно помалку се разликуваат, отколку по своите физиолошки особини. Меѓу нив има неподвижни видови и видови кои активно се движат во просторот. Подвижните видови најчесто поседуваат камшичиња, а поретко се движат со ползење, спирално виткање или ротирање. Некои видови бактерии поседуваат фотосинтетички пигменти. Повеќето користат хемиска енергија за задоволување на сопствените потреби.

**Рикеции.** Рикециите се едноклеточни организми кои ги имаат сите особини на бактериите, а од нив се разликуваат единствено по тоа што се внатрешноклеточни паразити. Се размножуваат само во живи клетки, освен еден род кој може да се размножува надвор од живата клетка. Порано се мислело дека рикециите претставуваат преодна група помеѓу бактериите и вирусите. Меѓутоа, денес е утврдено дека сите рикеции, според своите особини се прокариоти и им припаѓаат на бактериите.

**Сино-зелени алги.** Сино-зелените алги значително се поголеми од бактериите и се со многу различна форма. Брзо се размножуваат со трансферзално делење на клетките. Практично ги има насекаде. Особено многу ги има во површинските води, на дното и на површината на езерата, морињата, реките и потоците, како и на влажната земја. Повеќето се обвиткани со лигавеста обвивка. Некои образуваат ендоспори, а некои видови имаат филаментозна форма.

### 1.1.2. Виши протисти

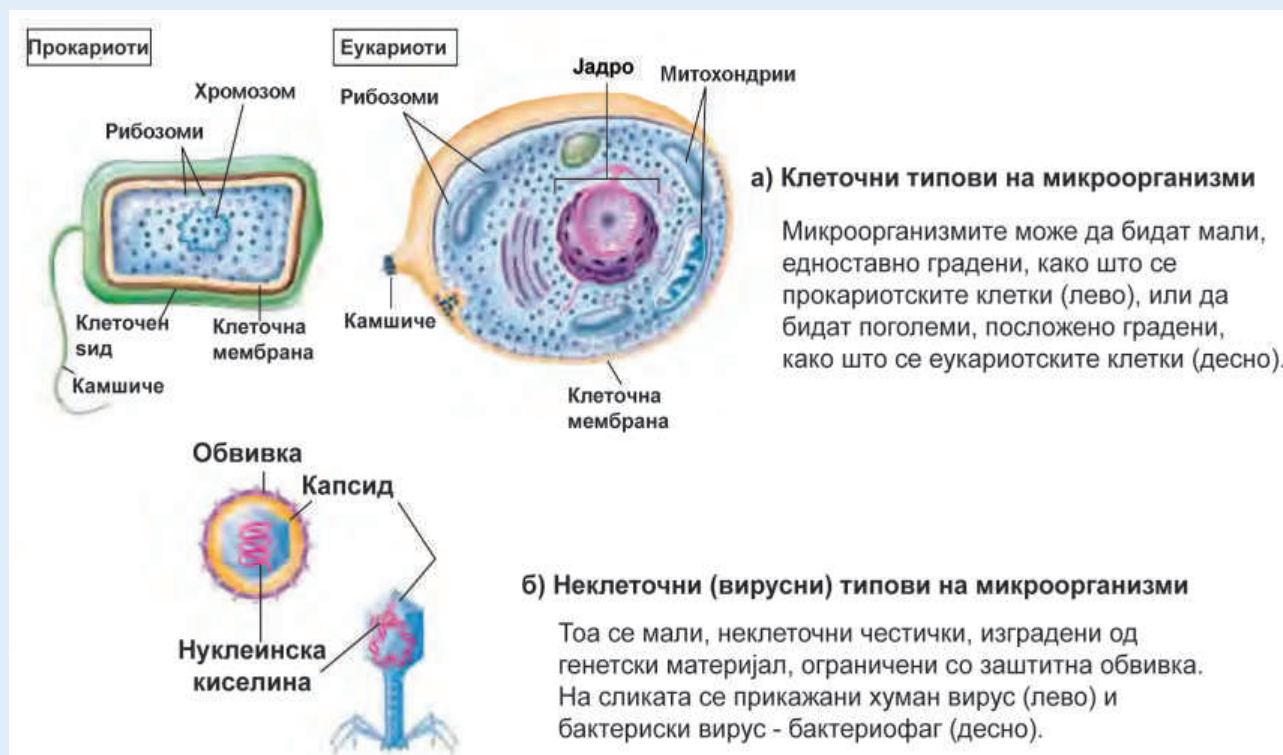
**Протозоа.** Зборот протозоа значи примитивна животинка. Изградени се од една единствена клетка во која може да има повеќе јадра. Тие се поголеми од бактериите, но можат да се видат само под микроскоп. Единствено најголемите видови можат да се видат со голо око. Тие се фотосинтетски организми. За својот метаболизам имаат потреба од органска материја. Се размножуваат асексуално, а некои видови и на примитивен сексуален начин. Меѓу себе се разликуваат по големината, формата, физиономијата и по разните активности. Постојат повеќе видови кои предизвикуваат заболувања кај луѓето и животните, некои и со голема смртност.

**Алги.** Алгите претставуваат многу голема и разновидна група на живи организми. Меѓу нив има повеќеклеточни организми без диференцирани клетки кои се градени како и едноклеточните. Нивната големина варира од неколку микрометри до неколку десетици метри. Сите го содржат фотосинтетскиот пигмент хлорофил. Можат да бидат со зелена, сива, златна или црвена боја. Брзо и масовно се размножуваат, најдобро во слатките и морските води. Имаат големо медицинско и економско значење. Тие произведуваат кислород, го апсорбираат јаглеродниот диоксид од воздухот, го помагаат распаѓањето на органската материја и отпадоците, а може да се користат и како храна богата со протеини.

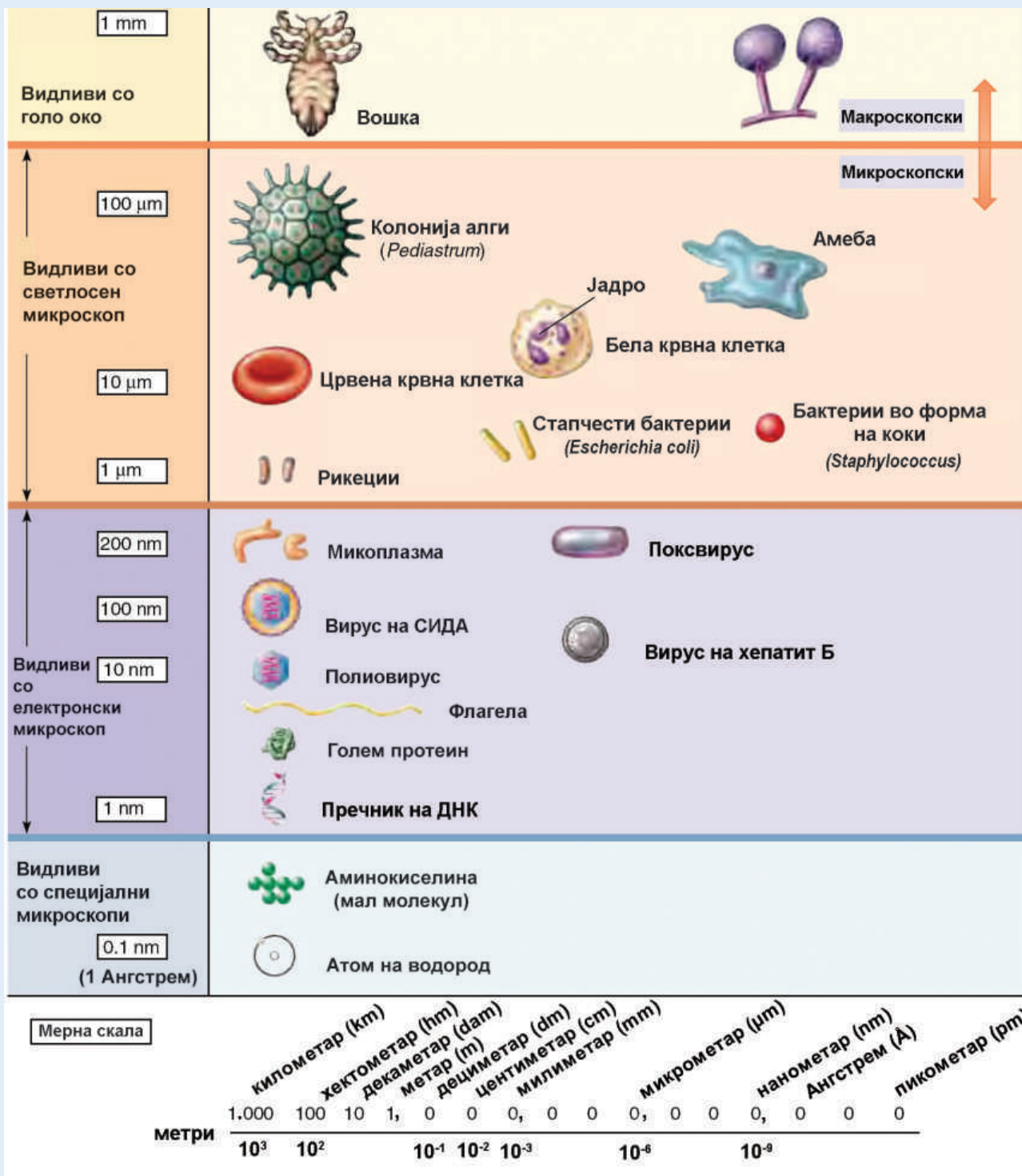
**Габи.** Овие еукариотски организми сочинуваат многу голема и разновидна група на организми. Од вистинските растенија се разликуваат по тоа што немаат корења, лисја и хлорофил. Нивната големина варира од едноклеточни микроскопски квасници, до повеќеклеточни големи габи. Во микроорганизми се вбројуваат едноклеточните квасници и некои повеќеклеточни мувли. Бидејќи немаат фотосинтетски пигмент, за својата синтеза имаат потреба од органска материја. Едноклеточните квасници се размножуваат со пупење. Повеќеклеточните мувли се размножуваат со спори кои кај некои видови се формираат по асексуален пат, додека кај други по сексуален пат.

### 1.1.3. Вириси

Вирусите се бесклеточни, многу ситни организми, кои се разликуваат од бактериите и од другите прокариотски и еукариотски клетки. Големината им се движи од 20-250 nm (nm-нанометар е илјадити дел од микрометарот). Поради тоа не можат да се видат ниту со најсовршениот оптички микроскоп, туку само со електронски микроскоп. Се состојат само од дезоксирибонуклеинска киселина или од рибонуклеинска киселина. Вирусите се размножуваат низ повеќе стадиуми и тоа само во живите клетки на бактериите, растенијата, животните и човекот. Иако вирусите не се клеточни микроорганизми и не припаѓаат во протисти, сепак, засега се вклучени во ниските протисти, заедно со бактериите.



Слика 2.  
Структура на клеточни и бесклеточни микроорганизми



Слика 3. Големина на микроорганизмите и мерки со кои се користи микробиологијата



## 1.2. ФОРМА И ГРАДБА НА ОДДЕЛНИ ГРУПИ МИКРООРГАНИЗМИ

### 1.2.1. Форма и градба на бактериите

Бактериите се ситни микроорганизми кои можат да се видат само под микроскоп, додека нивната структура може да се проучува само со електронски микроскоп. Големината им се мери во микрометри ( $1\mu\text{m}=10^{-3}\text{mm}$ ) или нанометри ( $1\text{nm}=10^{-3}\mu\text{m}$ ). Големината им варира од 0,2 до 4-5  $\mu\text{m}$ . Коките имаат просечен пречник од 0,5-1,0  $\mu\text{m}$ . Должината на стапчестите бактерии изнесува од 1,5-3,0  $\mu\text{m}$ , а ретко должината преминува 8,0  $\mu\text{m}$ . Филаментозните форми можат да бидат долги до 15  $\mu\text{m}$ . Се размножуваат со просто делење на зрелата клетка на две еднакви клетки-ќерки.

#### 1.2.1.1. Морфологија на бактериите

Под морфологија на бактериите се подразбира морфологијата на нивните единечни клетки и морфологијата на нивните колонии кои се формираат при делење на бактериските клетки. Морфологијата на клетките може да се види само под микроскоп, додека морфологијата на бактериските колонии лесно се гледа со голо око, а многу подобро со обична лупа. Според морфологијата, градбата, бојосувањето и другите особини на бактериските клетки, како и според изгледот, големината, бојата и другите особини на бактериските колонии, можеме да ги разликуваме и идентификуваме различните бактериски видови што е од големо значење во дијагностиката на одделни заразни болести. Постојат три главни облици на бактериски клетки: топчести-коки, стапчести-бацили и спирални-вибриони или спирили.

Коките (од грчкиот збор *coccus*-топка) се микроорганизми со топчеста форма, чии што клетки понекогаш имаат форма на зрно грав или врв на копје. Според распоредот на клетките, односот на клетките по делење, како и според некои биолошки особини, разликуваме повеќе групи на коки:

- микрококи-*micrococcus*, составени од топчести клетки распоредени поединечно или во неправилни групи. По делењето клетките-ќерки не остануваат заедно;
- стафилококи-*staphylococcus* (*staphylon*-грозд), делејќи се создаваат неправилни формации кои личат на гроздови. Некои видови стафилококи се патогени;
- диплококи-*diplococcus* (*diplos*-двојно), при делењето новоформираните клетки остануваат заедно во парови;
- стрептококи-*streptococcus* (*streptos*-свиткан, *coccus*-топка), при делењето создаваат синцири од топчести клетки со различна должина;
- тетракоки-*tertracoccus* (*tetra*-четири), се делат во две рамнини, една на друга поставени под прав агол, и формираат група од четири клетки;
- сарцини-*sarcinae* (*sarcio*-врзување), се делат во три рамнини кои се меѓусебно под прав агол, создавајќи пакети од 8, 16 или повеќе клетки.





Слика 4 . Различни форми на бактериски клетки

Стапчестите облици на бактерии по форма се цилиндрични и поделени на бактерии и бацили. Во бактериите се вбројуваат микроорганизми кои не создаваат спори, додека бацилите создаваат спори. Некои стапчести облици имаат надолжна осовина подолга од пречникот и се нарекуваат кокоидни бактерии, додека останатите имаат цилиндрична форма, издолжени, со остро отсечени краеве, или имаат заоблени или задебелени краеве. И кај стапчестите бактерии при делбата се формираат различни форми, па разликуваме диплобактерии или диплобацили (се формираат парови), стрептобактерии или стрептобацили (се формираат подолги или пократки синцири) и други форми. Краевите на некои стапчести бактерии можат да бидат задебелени во вид на главички (на пример, *Corinebacterium*), или да се разгрануваат (на пример, причинителот на туберкулозата).

Спиралните облици на бактерии може да наликуваат на заперка, па се нарекуваат вибриони (од лат. *vibrio*-треперење) или да наликуваат на спирала со повеќе завои кои се нарекуваат спирили-спирилум (од лат., *spira*-завиен). Ако кај спиралните бактерии има од 4 до 15 и повеќе свиоци, тогаш таквите форми се нарекуваат спирохети.

Бактериите често ги менуваат морфолошките и физиолошките особини. Во различни средини, еден ист вид бактерија може да има различни облици што зависи од староста, условите на средината (температура, влажност, хранливи материи, концентрација на соли, рН вредност, метаболити, присуство на хемиски средства, антимикробни супстанции), и секако, одбранбената способност на организмот. Морфолошките промени главно се карактеризираат со промена на големината и обликот на клетките. Овие промени може да бидат фенотипски и генотипски.

### 1.2.1.2. Градба на бактериската клетка

Бактериите се едноклеточни, прокариотски организми со сложена градба. Иако се разликуваат по форма, во однос на градбата и структурата на клеточните компоненти меѓу различните видови бактерии нема поголема разлика. Сите бактерии се состојат од клеточна обвивка, цитоплазма, јадрова суспензија и најразлични гранули. Некои бактерии имаат и други заштитни облици, на пример, капсули, спори, а некои поседуваат и органели за движење.

**Јадрово телце.** Бактериите се прокариотски клетки, немаат јасно изразено и морфолошки диференцирано јадро, ниту пак имаат јадрова мембрана. Поради тоа кај бактериите, структурите изградени од дезоксирибонуклеинска киселина формираат *хромозом* кој има изглед на нишка и го носи наследниот материјал. Хромозомите се распослани во цитоплазмата и се нарекуваат *нуклеоиди* или *јадрово телце*. Кај многу видови бактерии постојат структури слични на хромозомите, изградени од дезоксирибонуклеинска киселина. Тие ја сочинуваат екстрахромозомската генетска материја и се викаат *еписоми* или *плазмиди*.

**Цитоплазма.** Кај бактериите цитоплазмата претставува колоидна мешавина која содржи околу 80% вода. Во неа се растворени или суспендирани аминокиселини, протеини, пептиди, пурини, пиримидини, јаглородни хидрати, липиди, витамини, разни неоргански јони и други супстанции. Во неа покрај големиот број рибозоми, групирани како полизоми, се наоѓаат и метахроматски зрнца, зрнца од гликоген и скроб, масни капки и други гранули. Сите овие материи служат како резерви на хранливи материи и играат значајна улога при диференцијацијата на некои видови бактерии.

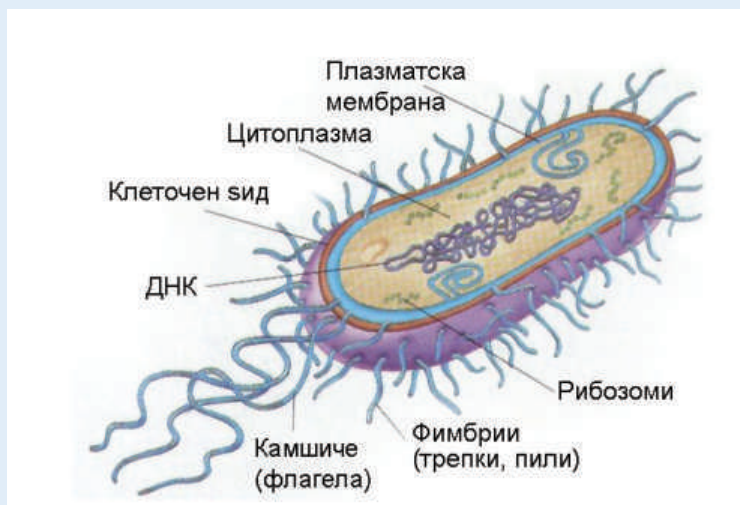
**Обвивка на бактериската клетка.** Бактериските клетки имаат три видови на обвивка: цитоплазматска мембрана, клеточен ѕид и капсула.

**Цитоплазматската мембрана** претставува тенка обвивка која се наоѓа под клеточниот ѕид и ја затвора цитоплазмата. Се состои од протеини (60-70%), липиди (20-30%) и мали количества јаглехидрати. Таа може да содржи дури 20% од вкупните количества на бактериските протеини што ја потенцира нејзината голема функција. Липидите во мембраната се во форма на фосфолипиди и претставуваат осмотска бариера. Цитоплазматската мембрана има повеќе функции: ги пренесува електроните и учествува во фосфорилацијата, ги синтетизира липидите и компонентите на клеточниот ѕид, учествува во репликацијата на ДНК, учествува во размената на материите, секрецијата на протеините, содржи хемотаксичен систем со чија помош бактериите ги пронаоѓаат хранливите материи и се прилепуваат за другите клетки од каде ги црпат потребните хранливи материи.

**Клеточниот ѕид** претставува цврста обвивка која се наоѓа под капсулата на инкапсулираните бактерии, додека кај инкапсулираните бактерии тој е површинска обвивка. Тоа е тенка, ригидна еластична мембрана со дебелина од 10 до 20 nm. Има функција на скелет, ако го споредиме со животинскиот организам. Носител е на антигенската функција на бактеријата, односно O-антигенот, од што зависи специфичноста на одбранбениот механизам на организмот и серолошките реакции кои се користат при идентификацијата на бактериите. Градбата на клеточниот ѕид е многу сложена и се разликува кај Грам (+) и Грам (-) бактерии.

Изграден е од пептидоглюкани (мукополисахариди) кои формираат еден вид на вреќичка која ја затвора внатрешноста на бактериската клетка. Пептидоглюканите се соединенија кои се најдени само кај бактериската клетка. Ова има големо практично значење при употребата на антибиотиците кои делуваат врз тие соединенија и ја убиваат бактериската клетка, без притоа да му наштетат на човекот и животните. Клеточниот ѕид кај Грам (+) и Грам (-) бактерии се разликува како по хемискиот состав, така и по структурата. Кај Грам (+) бактерии клеточниот ѕид претставува релативно дебела повеќеслојна и густа структура, со пречник од 15 до 80 nm.

Структурата на клеточниот ѕид кај Грам(-) бактерии е посложена. Изградена е од еден слој на пептидоглюкани преку кој се припојува надворешна мембрана изградена од липополисахариди, познати како ендотоксини (отрови). Над овој слој се наоѓа супстанца липид А и полисахариден дел. Оваа структура го сочинуваат главниот дел на површинските O-антигени. Во нив се вградени и неколку различни протеини, а еден од нив е и малиот липопротеин. Клеточниот ѕид има многу големо значење за бактериската клетка: дава облик и тургор на бактеријата, ја штити од физички и хемиски оштетувања, ја штити од интраклеточниот осмотски притисок поради растворените хемиски супстанции во цитоплазмата и



Слика 5. Градба на бактериска клетка



Слика 6. Модел на клеточна мембрана на кој се гледа липидната структура на клеточниот ѕид со вметнати молекули на протеини во липидниот матрикс

учествува во размената на материите со надворешната средина. Постојат различни фактори кои можат да го разградат клеточниот сид. Тоа се најчесто некои ензими, хемикалии, бактериофаги или механички фактори. Различните антимикуробни супстанции, како на пример, пеницилините, цефалоспорините и некои други антибиотици можат да ја спречат синтезата на клеточниот сид. Бактериската клетка на која клеточниот сид е ослабнат или потполно се изгубил се нарекува *сферопласт*, *протопласт* или *L-форма*. Таквите клетки можат да живеат одредено време или пак брзо умираат. Постои една група бактерии кои немаат генетско својство да произведуваат клеточен сид. Тие бактерии го сочинуваат родот *Mycoplasma*.

**Капсулата** претставува обвивка која некои микроорганизми ја формираат под влијание на факторите на средината. Кај тие микроорганизми на површината се насобира лигава материја, која ако е доволно густа, формира капсула. Сите бактериски видови не формираат капсула, а оние кои имаат се нарекуваат *инкапсулирани бактерии*. Капсулата е дебела повеќе од 0,2 микрометри и може да се види со светлосен микроскоп. Некои видови бактерии (стафилококи, стрептококи) синтетизираат микрокапсула која може да се види само со електронски микроскоп. Капсулата на бактериите главно се состои од полисахариди во вид на мрежа. Во таа мрежа кај различни видови бактерии се наоѓаат различни соединенија, како што се глутаминска киселина, хијалуронска киселина и некои протеински супстанции. Во капсулата се наоѓаат и капсуларни антигени. Кај некои видови бактерии, антигената специфичност на капсуларните полисахариди служи за класификација на тие бактерии во повеќе антигенски типови. Капсулата не претставува дел од клеточниот сид и со нејзино отстранување не се намалува виталноста на бактериската клетка. Кај патогените бактерии капсулата е носител на вируленцијата и со нејзино отстранување се намалува инфективноста на бактеријата. Капсулата ги штити микроорганизмите од исушување, а патогените микроорганизми ги штити од фагоцитите, лизозомите, бактериофагите.

**Спори.** Спорите се резистентни форми на некои видови бактерии. Тоа се ситни, тркалезни или елипсовидни телца кои се создаваат во цитоплазмата на некои видови бактерии, главно кај Грам (+) стапчиња (родовите *Bacillus* и *Clostridium*), и кај некои топчести и спирални облици на бактерии. Тоа се *ендоспори*. Исклучително, спорите може да се наоѓаат надвор од бактериската клетка и се нарекуваат *егзоспори*. Бактериите кои формираат спори се нарекуваат *спорогени бактерии*. Остатокот од бактериското тело во кое настануваат спорите се нарекува *спорангија*. Процесот на создавање на спори се нарекува *спорулација*. Секоја бактериска клетка може да создаде само една спора. Таа во бактериската клетка може да биде сместена централно (*бактридиум тип*), суптерминално, односно близу до крајот (*кlostридиум тип*) или терминално, на крајот од клетката (*плектридиум тип*). Големината на спората кај различни бактериски видови е различна. Ако таа е помала од дебелината на бактериската клетка, тогаш не ја деформира самата клетка, доколку е поголема, прави деформација на бактеријата. Токму врз оваа основа може да се идентификуваат некои видови спорогени бактерии. Спорите тешко ги примаат основните бактериолошки бои, па за да се видат под микроскоп се применуваат специјални бојосувања при што се гледаат како зрнце. Спорите немаат метаболичка активност и во споредба со вегетативните облици на бактериите значително се порезистентни на неповолните надворешни влијанија: сушење, зрачење, топлина, хемиски средства, присуство или отсуство на кислород, неповолна рН вредност на средината и др. Кога спората ќе се најде во услови кои се поволни за развој на вегетативната форма на бактеријата, тогаш таа поминува во вегетативна клетка. Тој процес се нарекува *герминација* или *'ртење*. При тој процес, внатре во спората се зголемува притисокот, пука мембраната и на тоа место из'ртува млада бактериска клетка која продолжува да се дели.



Од здравствен аспект, спорите се важни, бидејќи преку нив се пренесуваат некои болести и предизвикуваат потешкотии при стерилизација на инструментите и на другиот медицински материјал. Спорите на некои микроорганизми го преживуваат термичкото конзервирање на некои животни продукти и предизвикуваат нивно расипување. Спорите на повеќето спорогени бактерии умираат на температура од 115 до 120°C по 15 до 20 минути, додека спорите на некои бактериски видови можат да останат живи три и повеќе часови на температура од 120°C. Спорите на *Bacillus anthracis* во почва можат да преживеат и да бидат способни да предизвикаат болест до 60 години. Спорите покажуваат многу голема отпорност и спрема дезинфекционите средства.

**Израстоци на бактериската клетка.** На површината на некои видови бактерии има помал или поголем број израстоци кои им служат за движење. Има два вида израстоци: флагели или камшичиња и трепки или фимбрии.

**Флагелите** (од лат. *flagellum*-камшик) се органели кои им служат на бактериите за движење. Тоа се долги, кончести, еластични и подвижни израстоци. Бактериите кои ги поседуваат се нарекуваат флагеларни бактерии. Подвижните бактерии можат да поминат одреден пат што е повеќекратно подолг од самата големина на бактериската клетка. Флагелите не можат да се видат со обичен микроскоп во нативен препарат, но можат да се видат по примената на специјални техники на бојосување. Добро се гледаат со фазно-контрастен или електронски микроскоп. Изградени се од протеин кој се нарекува *флагелин*. Во него има мали количества масти, јагленохидрати и нуклеински киселини. Внатрешната структура на флагелите е фибриларна. Благодарение на таквата структура, флагелите се движат, односно ротираат како пропелер на мотор. Во флагелите се наоѓаат *флагеларни Н-антигени*. Флагеларните антигени на бактериите им даваат типска специфичност. Дебелината на флагелите изнесува 12-15 нанометри, а должината од 1 до 70 микрометри. Нивната големина варира во зависност од факторите во околината на бактеријата. Во течните хранилишта и меките подлоги обично флагелите се подолги. Многу тврдите хранилишта, фенолот и солите на хромот го спречуваат формирањето на флагелите. Флагелите можат и механички да се отстранат од бактериите. Губењето на флагелите кај флагеларните бактерии обично има привремен карактер. Кога во средината на бактериите ќе исчезнат факторите кои го попречиле нивното формирање, тогаш одново израснуваат флагелите. На бактериското тело може да има една или повеќе флагели. Во однос на распоредот на флагелите на бактериското тело се разликуваат неколку вида: *перитрихи* облици - кога флагели има по целото тело, *монотрихи* - кога има една флагела на едниот пол, *лофотрихи* - кога има снопче од флагели на едниот пол и *амфитрихи* - кога бактериските клетки поседуваат снопче од флагели или поединечни флагели на двата пола. Флагеларните бактерии се движат прогресивно, што се разликува од Брауновото молекуларно движење, под дејство на одредени стимулации од хемиска природа, што се нарекува *хемотаксија*.

**Фимбрии** или *трепки* се многу тенки кончести израстоци по површината на многу Грам (-) стапчести бактерии, и за разлика од камшичињата, не служат за движење. Долги се неколку микрометри, а пречникот им е 7,5-10 nm. Фимбриите не се свиткани како камшичињата. На една клетка може да ги има од 100 до 500. Можат да се видат само со електронски микроскоп. Главно се изградени од фосфопротеин-пилин. Фимбриите не се локомоторен апарат на бактеријата. Тие овозможуваат бактериската клетка да се прилепи за површините на други клетки од што зависи инфективноста на бактериите. По функција се разликуваат: соматски трепки за прилепување кон специфични површини, полови (сексуални) трепки за пренесување на генетскиот материјал од една на друга клетка и други.

### 1.2.1.3. Морфологија на бактериските колонии

Кога бактериите се размножуваат на површината на цврстите бактериолошки подлоги, тие за кратко време формираат групи од илјадници и милиони клетки. Таквите групи се нарекуваат *бактериски колонии*. Тие само во одредени случаи може да се видат во природата. Колониите, главно се гледаат во бактериолошките лаборатории, каде бактериите се одгледуваат на вештачки подлоги или хранилишта. Таквото размножување се нарекува *култивирање*.

Колониите на одделните видови бактерии имаат свои морфолошки и физиолошки особености што овозможува распознавање и идентификација на самите бактерии. Ова се користи при утврдување на причинителите на заразни болести кај луѓето и животните.

Со цел успешно култивирање на бактериите, мора да се обезбедат услови кои овозможуваат оптимално размножување и манифестирање на морфолошките и физиолошките карактеристики на нивните колонии.

За да се овозможи развој на бактериските култури во лабораториски услови, потребно е да се употребуваат *бактериолошки подлоги* или *хранилишта*. Бактериолошките подлоги можат да бидат течни и цврсти. Течните подлоги се користат во епрувети, додека цврстите се налеваат топли во посебни чинивчиња со капак, кои се нарекуваат Петриеви плочи, а потоа се стврднуваат при што се добива подлога во вид на диск со рамна површина. На течните и на цврстите подлоги, со цел обезбедување оптимален раст на колониите и можност за идентификување на израснатите колонии на бактериите по одредени карактеристики, им се додаваат крв, јаглехидрати, индикатори и други супстанции.

Бактериите се внесуваат или инокулираат во течните подлоги или се засејуваат на цврстите хранливи подлоги разлеани во Петриевата плоча, со помош на жичена јамка која се нарекува *бактериолошка еза*. Вака инокулираните или засеаните бактерии се ставаат во термостат (апарат кој одржува постојана температура) на 37°C, и се оставаат од 18 до 20 часа. Од така засеаните цврсти подлоги со размножување на бактериите се добиваат културите на бактерии. Со размножувањето на бактериите во течните подлоги не се формираат колонии, туку настануваат различни заматувања на подлогата во зависност од израснатите бактерии. Колониите на одделните бактериски видови

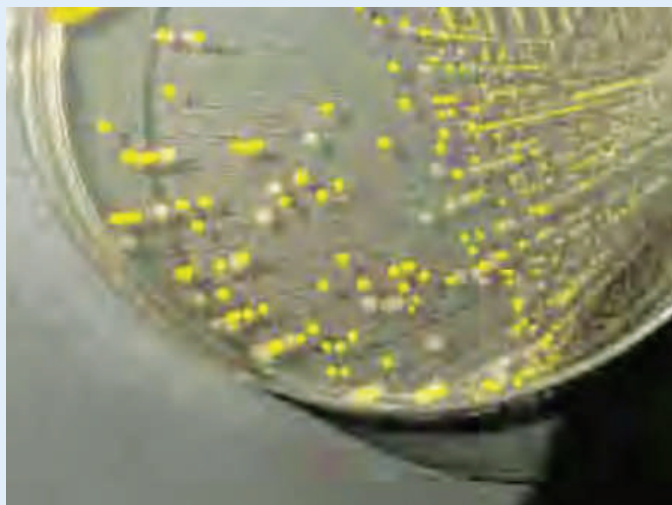
меѓусебно се разликуваат според големината, формата, рабовите, површината, провидноста, бојата, конзистенцијата, промените кои ги прават на подлогата и други карактеристики. Повеќето од тие особености можат да се видат со голо око, но подобро се гледаат во леќа која зголемува околу шест пати. Колониите на бактериите најчесто имаат форма на дел од топка, диск или плоча. Има бактерии кои формираат вдлабнати или испакнати колонии. Колониите најчесто се издигнуваат над површината на цврстата подлога. Работ на бактериската колонија е особено важен за нејзините морфолошки карактеристики. Тој може да биде рамен и остар, брановиден, назабен или неправилен.



Слика 7.  
Морфологија на бактериски колонии  
култивирани на закосен агар во епрувета



Површината на бактериската колонија може да биде мазна, сјајна, матна, рапава, зрнеста или набраздена. На површината од колониите може да се видат радијални или концентрични цртежи. По конзистенција, колониите може да бидат суви, влажни, лигави, меки како путер, тврди, зрнести, фибринозни или жилави. Супстанциите кои се додаваат на подлогите овозможуваат бактериските колонии да покажат различни особини. Ако во подлогата се додаде крв, околу колониите на некои бактериски видови се формира зона на хемолиза. На подлогите на кои им се додадени разни јагленохидрати и адекватни индикатори се формираат најразлични бои во зависност од индикаторот. Некои бактерии имаат способност да редуцираат соли на разни метали, па нивните колонии добиваат боја од редуцираните соли на тие метали. Во случај кога се засеани бактерии кои произведуваат  $H_2S$ , доколку подлогата содржи некоја метална сол, ќе се формира сулфид на тој метал и колониите во тој случај ќе добијат црна или темносива боја.



Слика 8. Морфологија на бактериски колонии култивирани на цврста подлога на Петриева плоча

## 1.2.2. Форма и градба на габите

Габите или фунгите, во најголем дел се едноклеточни живи суштества. Тие се еукариотски протисти. Всушност, фунгите се растенија кои немаат хлорофил. Вистинските фунги се јавуваат во два вида. Клетките на едната група се елипсоидни. Врз нив кај некои видови се гледа по една папка, а кај други по две папки. Фунгите со такви клетки се нарекуваат *квасници*. Клетките на другите групи се разгранети, филаментозни честици, исполнети со цитоплазма и имаат јадро. Фунгите изградени од такви клетки се викаат *мувли*. Постојат фунги кои се јавуваат и во вид на квасници и во вид на мувли и се нарекуваат *диморфни фунги*.

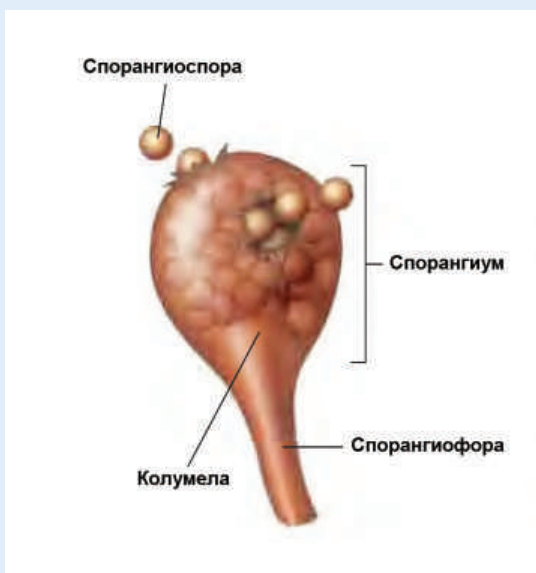
### 1.2.2.1. Квасници

Квасниците се едноклеточни фунги. Припаѓаат на аскомицетните габии. На клетките може да се видат една или две папки. Таквите клетки се викаат *бластоспори*. Друг вид клетки се филаментозните кои личат на хифите на мувлите, па се нарекуваат *псевдохифи*. Третиот вид клетки се тркалезни формации и се нарекуваат *хламидоспори*. Често, по делењето се случува неколку клетки да останат заедно и да формираат групи од исти клетки. Клетките на квасниците се 30 до 100 пати поголеми од бактериите и по Грам се бојосуваат позитивно. Поседуваат клеточна мембрана и клеточен ѕид составен од два или три слоја кој содржи хитин (азотно соединение многу слично на полисахаридите). Клеточната мембрана е цврсто поврзана за клеточниот ѕид. Цитоплазмата на квасниците е бистра, колоидна течност богата со рибонуклеинска киселина и останати клеточни компоненти.

Имаат добро изразено јадро со овален облик. Поседуваат една структура, наречена центрозом, која е поврзана со јадровата мембрана и игра улога во делбата на клетката. Од клеточните органели поседуваат митохондрии, вакуоли и многу гранули кои служат како енергетски извор.

### 1.2.2.2 Мувли

Мувлите се сапрофитски или паразитски, влакнести габи, кои се размножуваат со спори настанати бесполово или полово. Тие по својата градба и морфологија значително се разликуваат од квасниците. Меѓу нив има едноклеточни и повеќеклеточни организми. Мувлите по својата структура личат на растенија, но по својот метаболизам се послични на животните. Тие припаѓаат на посебен облик на растенија кои немаат диференцирано корен, стебло и лист. Таквите форми се нарекуваат *талус*. Талусот е изграден од влакнести, разгранети клетки кои се нарекуваат *хифи*. Хифите на кои се создаваат спори се нарекуваат фертилни или плодни хифи, додека другиот вид на хифи кои обезбедуваат храна се нарекуваат вегетативни хифи. Хифите претставуваат разгранети цевчиња исполнети со цитоплазма и други структури карактеристични за еукариотските клетки. Хифите можат да бидат едноклеточни, непреградени или повеќеклеточни, преградени со попречни прегради. Непреградените хифи претставуваат една голема клетка со повеќе јадра, додека преградените хифи може да имаат по едно или повеќе јадра во секоја клетка. Хифите растат со *ртење* на спорите и разгранување на врвовите (апикално растење). Хифите може да се гранат во вид на чешел, спирала, еленски рогови, свеќници, тениски рекет и други форми. При растењето се формира сплет од хифи кој се нарекува *мицелиум*. Се разликуваат два вида на мицелиум. Едниот се наоѓа врз подлогата на која расте мувлата, и делумно продира во подлогата. Има функција слична на коренот кај вишите растенија и се нарекува базален мицелиум. Другиот мицелиум се издига во воздухот и врз него се формираат репродуктивните структури, па се нарекува воздушен или репродуктивен мицелиум.



Слика 9. Спорангиум кај мувлите

Спорите се расплодни клетки на фунгите. Спорите кај една група фунги се размножуваат по асексуален пат, додека кај друга група, по сексуален пат. Во асексуалните спори спаѓаат *бластоспорите* (настануваат со *ртење* на хифите), *артроспорите* (настануваат со сегментација на хифите), *хламидиоспорите* (се наоѓаат на крајот од хифите), *алеуриоспорите* (се формираат како странични папки на хифите), *спорангиоспорите* (се наоѓаат во една вреќичка-спорангиум, сместена на одделни репродуктивни хифи), *конидии* (слободни спори на репродуктивните хифи). Сексуалните спори настануваат со копулација на машката и женската хифа. Во сексуалните спори спаѓаат: *зигоспори*, *ооспори*, *аскоспори*, *базидиоспори*.

### 1.2.2.3. Морфологија на колониите на мувлите

Според изгледот на колониите, кај патогените фунги се разликуваат три типа: тип на квасници, тип на мувли или мицелиум и тип на диморфни фунги.

**Тип на квасници.** Квасниците формираат колонии на цврсти хранилишта, кои во сè се исти како колониите на бактериите. Обично имаат мирис на квасец.

**Тип на мувли или мицелиум.** Овој тип колонии се карактеризираат со воздушен мицелиум. Колониите се големи, тркалезни, а површината влакнеста, ватеста или како посипана со прав. Многу ретко е мазна. Можат да бидат зелени, зеленосини, синкасти, жолти, црвеникави или речиси црни.

**Тип на диморфни фунги.** Овие колонии кога растат на температура од 37°C формираат колонии од типот на квасниците, додека ако растат на температура од 20 до 22°C формираат колонии од мицелиумски тип.



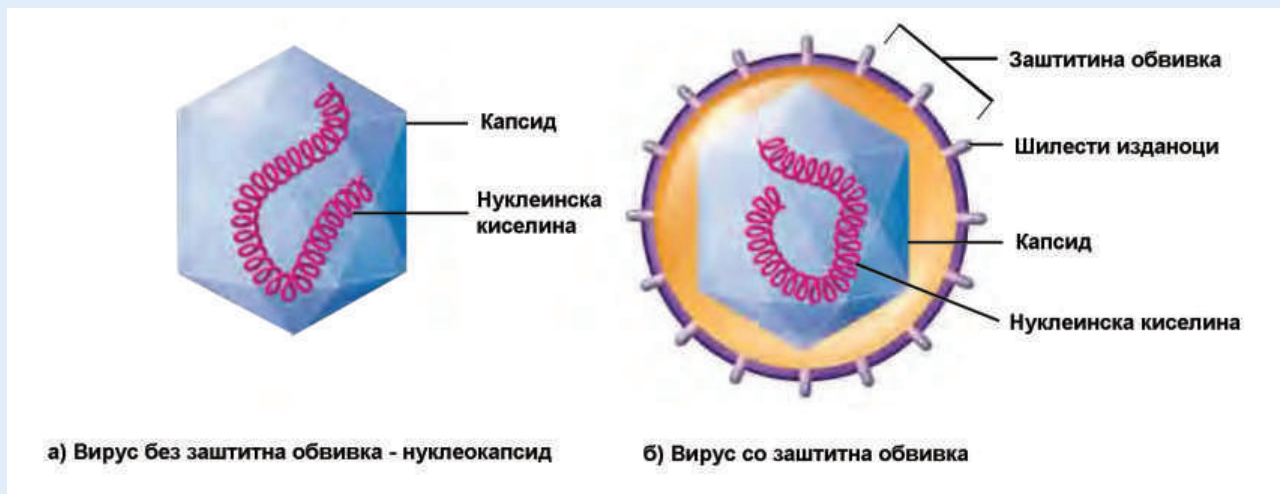
Слика 10. Изглед на колонија на мувли

### 1.2.3. Форма и градба на вирусите

Вирусите не се клеточни организми. Дефиницијата за вирусите сè уште е предмет на дискусија, иако денес се познати многу особини на вирусите како и многу појави во односот вирус - клетка. Некои микробиолози ги сметаат за многу едноставни микроорганизми, додека други за крајно комплексни хемиски соединенија. Вирусите потполно се разликуваат од бактериите, другите внатрешноцелочни паразити, рикециите и хламидиите, така што претставуваат единствена група. Според досегашните сознанија, најсоодветна дефиниција за вирусите би била: вирусите се интрацелуларни паразити, чиј што геном содржи ДНК или РНК, а за размножување го користат механизмот на клетката во која паразитираат, само што со биосинтезата тогаш управува геномот на вирусот. Многумина го поставуваат прашањето дали вирусите се нешто живо. Според современите научни сфаќања, животот претставува комплекс на процеси кои се одвиваат под инструкција на информациите запишани во нуклеинските киселини. Меѓутоа, вирусот е активен, односно жив, само кога вирусната нуклеинска киселина ќе навлезе во живата клетка домаќин и ќе предизвика синтеза на протеини специфични за вирусот. Тогаш вирусот се реплицира (размножува). Надвор од живата клетка, вирусите се метаболички инертни и претставуваат само дел од ДНК или РНК.

Вирусите се многу ситни микроорганизми. Не би било погрешно да се каже дека тоа се најситните организми. Големината на вирусите варира во широки граници од 15 или 20 nm до 250 или 300 nm.

Најситните вируси, на пример, вирусот на шап и лигавка, се големи колку молекулите на протеините, додека за споредба, вирусот на сипаницата приближно е голем колку хламидиите или рикетиите. Од тука следува и првичната поделба на вирусите на ситни, средни и крупни. вируси.



Слика 11. Форма и градба на вирусите

### 1.2.3.1. Хемиска градба и структура на вирусите

Податоците за големината и структурата на вирусите се добиени со современите методи: ултрацентрифугирање, ултрафилтрирање и електронска микроскопија. Сите досега познати вируси изградени се од две основни компоненти. Првата компонента претставува нуклеинската киселина, која претставува носител на наследните особини на вирусот, и тоа: рибонуклеинска киселина, или РНК и дезоксирибонуклеинска киселина, или ДНК. Другата компонента претставува обвивката на вирусот или капсид, првенствено изграден од протеини, но може да содржи и липиди или други материи. Молекулите во капсидот се наредени во определени морфолошки агрегати кои се викаат *капсомери*. Капсидот кој служи како заштита на нуклеинската киселина и ја затвора како во капсула, заедно со ДНК или РНК формираат *вирусна честичка* или *вирион*. Централниот дел на вирионот, односно неговата нуклеинска киселина се нарекува *јадро* или *нуклеоид*, кој е од есенцијална важност при размножувањето на вирусот. Капсидот е носител на антигеноста на вирусот и учествува во имуните реакции. Некои вируси над вирионот имаат уште еден заштитен покривач кој се нарекува *пеплос*.

Општиот изглед на вирионот може да има различна форма: стапчеста, топчеста, кубична, кончеста или форма на сперматозоид. Врз основа на формата на вирионот, сите вируси припаѓаат кон една од следните групи:

- *хеликални вируси;*
- *икосаедарни вируси и*
- *вируси со комплексна форма.*

Хеликалните вируси се вируси во вид на подолга, спирално завиена цевкичка. Капсомерата кај нив најчесто е со топчеста форма. Таа ја замотува спирално завиената нишка од нуклеинска киселина. Кај некои вируси околу сето тоа се наоѓа и надворешна обвивка.

Основната форма на икосиедарните вируси е икосиедар, правилен полиедар со 20 истострани триаголници и 12-аголници. Капсомерите во нивниот капсид се со топчеста форма. Овие вируси може да имаат надворешна обвивка.

Вирусите со комплексна форма можат да бидат со топчеста форма или комбинација на хеликални и икосиедарни вируси.

**Инклузии или инклузиони телца.** Тие се специфични структури во клетката која е заразена со вирус, и се значително поголеми од вирусот. Добро се бојосуваат со кисели бои, а послабо со алкални бои. Некои инклузии се наоѓаат во цитоплазмата на заразената клетка, а други во јадрото. Повеќето инклузии се среќаваат на местата каде се размножуваат вирусите. Тие се со различна форма, големина и структура. Имаат големо значење при дијагнозата на некои вирусни инфекции. Пример за такви инклузии се: Негриевите телца кај беснилото, Џарниевите телца кај големите сипаници и др.

#### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема КЛАСИФИКАЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

1. Што е предмет на проучување на микробиологијата?
2. Што се тоа *Protista*?
3. Кои се основните разлики помеѓу вишите и нижите протисти?
4. Која е разликата меѓу прокариотите и еукариотите?
5. Што претставуваат бактериите?
6. Што претставуваат алгите?
7. Што претставуваат габите?
8. Што претставуваат рикециите?
9. Што претставуваат вирусите?
10. Што е разликата помеѓу клеточен и аклеточен организам?

#### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ФОРМА И ГРАДБА НА ОДДЕЛНИ ГРУПИ МИКРООРГАНИЗМИ

1. Кои се трите основни облици на бактерии?
2. Кои се основните делови од кои е изградена бактериската клетка?
3. Што претставува јадрово телце?
4. Од што е изградена цитоплазмата на бактериската клетка?
5. Како е изградена цитоплазматската мембрана на бактериската клетка?
6. Како е изграден клеточниот ѕид на бактериската клетка?
7. Што претставува бактериската капсула?
8. Што претставуваат спорите?
9. Кои клеточни израсоци се сретнуваат на бактериската клетка и зошто служат?
10. Што се бактериски колонии?
11. Како се изградени габите?
12. Какви се репродуктивните органи кај габите?
13. Што се квасници?
14. Што претставува мицелиумот?
15. Како се делат вирусите во зависност од содржината на нуклеински киселини?
16. Што е вирион?
17. Што се инклузии?



## 1.3. ПРЕПАРАТИ И ИНСТРУМЕНТИ ЗА БОЈОСУВАЊЕ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

### 1.3.1. Микроскопски препарати

За подобро гледање и изучување на морфологијата и структурата на микроорганизмите се прават микроскопски препарати и се користат најразлични техники за бојосување на микроорганизмите.

**Микроскопските препарати** можат да бидат непроменети, природни (нативни) или бојосани. Нативните препарати се користат за докажување на подвижноста на бактериите. За изработка на препаратите се користат: микроскопско стакленце, покривно стакленце, бактериолошка еза, пинцети, Пастерови капиларни пипети и пламеник.

**Микроскопското стакленце** има димензии 26 x 76 mm, а дебелина од 1 до 1,5 mm. При користење на ново стакленце доволно е пред употребата да се избрише со вата натопена во алкохол. Претходно употребените стакленца, при повторна употреба треба да бидат неоштетени и соодветно исчистени. Нативните препарати се прават на обична микроскопска плочка или на специјално изработена плочка со вдлабнувања.

**Бактериолошката еза** претставува инструмент кој на едниот крај има жица од несогорувачки метал или платина, која на долниот крај е завиена во облик на јамка. Другиот крај претставува рачка од изолиран материјал, кој не спроведува топлина при согорување на езата на пламеник. Езата служи за пренесување на помала количина на култура од бактерии или материјал за изработка на препарати или засејување на хранлива подлога.

**Пинцетите** кои се користат при изработка на микроскопски препарати имаат специјални држачи кои се користат за манипулацијата со плочата при фиксирање и бојосување на препаратите.

**Пастеровата капиларна пипета** е изработена од стаклено цевче со мал лумен. Служи за земање на помали количини течен материјал при изработка на препарати или при засејување на материјал.

**Пламеникот** се користи за стерилизација на инструментите и фиксирање на препаратите.

### 1.3.2. Видови и техники за изработка на микроскопски препарати

Препаратите кои се прават за гледање на бактериите со помош на микроскоп можат да се подготват на повеќе начини.

**Препарат од течности.** На микроскопско стакленце со еза се пренесува капка од течната култура на бактерии, и со кружни движења се прави тенок размаз. Препаратот се остава на воздух добро да се исуши.

**Препарат за цврста подлога.** Кога се прават препарати од култури на бактерии, израснати на цврсти подлоги, претходно на микроскопското стакленце се става капка физиолошки раствор.

Потоа, со езата се зема од културата, и со кружни движења се суспендира во капката физиолошки раствор, при што се внимава размазот да биде што потенок. На крај, така подготвениот препарат се остава да се осуши на собна температура.

**Препарат од материјал.** Во зависност од материјалот од кој се прави препарат, односно дали лесно се размачкува или не (крв, гној, секрет, млеко, органи, кожа или други ткива), се користи или не се користи физиолошки раствор.

**Отисок-препарат.** Се користи за подготвување на препарат од мозочно ткиво. Исеченото парче од ткивото се става на филтер-хартија и се притиснува со микроскопското стакленце за да остави тенок отисок. Добиениот размаз треба да се исуши.

**Фиксирање на микроскопските препарати.** Фиксирањето е постапка која се применува при изработката на препаратите со цел размазот да се прицврсти за микроскопското стакло и да може да се бојоса. За таа цел се користат физички постапки (топлина) или хемиски средства (метил алкохол).

### 1.3.3. Бојосување на микроскопските препарати

**Бојосувањето** се користи за што појасно да се види морфологијата и структурата на микроорганизмите, како и нивниот однос кон различни бои. Бојосувањето е физичко-хемиски процес. Поради тоа, со бојосувањето може да се определи и хемискиот состав на одделни делови од микроорганизмите, и со тоа меѓусебно да се разликуваат и идентификуваат. Сите бои кои се користат во микробиологијата се делат на природни и вештачки. Природните бои се употребувале во раните фази на микробиологијата и по потекло се од растенијата и животните (индиго, кармин, хематоксилин). Со развојот на хемијата пронајдени се многу синтетички соединенија кои можат да се користат во процесот на бојосување. Боите кои денес се користат во микробиологијата, главно се деривати на анилиноот и се познати како анилински бои.

Денес најчесто се користат следните кисели бои: кисел фуксин, еозин и везувин. Од алкалните бои најмногу се употребуваат: метиленското сино, кристал-виолет, базниот фуксин, пиоктаниноот и тионинот. Со киселите бои најдобро се бојосува цитоплазмата на микроорганизмите, а со алкалните бои јадрото и другите делови кои содржат нуклеински киселини.

**Подготвување на раствори од бои.** За бојосување на бактериите се користат раствори на бои. Обично бојата прво се раствора во алкохол, а потоа се подготвува раствор од дестилирана вода со посакуваната концентрација. Бојата во финалниот раствор се наоѓа во ниска концентрација, околу 1%. За да се зголеми ефикасноста на бојосувањето, на растворите од бои често им се додава карболна киселина, боракс, разни алкалии и други средства.

### 1.3.4. Техники за бојосување на микроорганизмите

Микробиолошката техника располага со голем број разни методи за бојосување на микроорганизмите и нивните делови. Генерално, секоја техника за бојосување на микроорганизмите ги опфаќа следните постапки: подготвување на препаратот, сушење на препаратот, фиксирање на препаратот, бојосување на препаратот и сушење на готовиот препарат. Сите бојосувања се делат на едноставни и сложени. Под **едноставни бојосувања** се подразбираат техники каде се користи само една боја. **Сложени бојосувања** се оние каде бојосувањето се врши со повеќе различни бои и други супстанции.

#### 1.3.4.1. Едноставни бојосувања

Овие бојосувања се користат за ориентационо микроскопско испитување на микроорганизмите. Со нивна помош најчесто се идентификуваат оние микроорганизми кои имаат специфични морфолошки карактеристики. Од едноставните бојосувања најчесто се употребува бојосувањето со метиленско сино и карболниот фуксин.

#### 1.3.4.2. Сложени бојосувања

Големиот број сложени бојосувања се делат на две групи: диференцијални бојосувања и специјални бојосувања.

**Диференцијалните бојосувања** се сложени бојосувања кои се користат за разликување на одделни видови микроорганизми. Од овие бојосувања најчесто се користат: бојосување по Грам, бојосување по Цил-Нилсен, бојосување по Љубински, бојосување по Гимза и ПАС метода на бојосување.

**Бојосувањето по Грам** претставува најважното диференцијално бојосување кое се користи во бактериологијата. Христијан Грам (1884) забележал дека ткивните препарати кога ќе се бојосат со генецијан виолет, а потоа се прелијат со раствор на јод, бојата со помош на алкохол може да се отстрани од ткивата, но не и од бактериските клетки кои се наоѓаат во ткивата. Подоцна методата е усовршена со додавање на уште една боја, при што, се користат две контрастни бои: црвена и сина. Една група на микроорганизми во текот на бојосувањето ја задржуваат примарната сино-виолетова боја, а другата група под дејство на алкохолот ја отпуштаат оваа боја и се бојосуват секундарно со црвена боја - карбол фуксин. На тој начин, сите бактерии се поделени во Грам (+) кои се бојат со сина боја, и Грам (-), кои се бојат со црвена боја. Постојат одредени бактерии кои не ја примаат подеднакво бојата по Грам, па се нарекуваат Грам (варијабилни).

**Бојосувањето по Цил-Нилсен**, се користи кај таканаречените ацидо-алкохолно резистентни бактерии. Овие бактерии во надворешната обвивка имаат восочна материја, која кога ќе ја прими бојата, при испирањето со алкохол тешко ја отпушта. Затоа, при бојосувањето на тие бактерии, препаратот најпрво се загрева за да се растопи восочната обвивка на бактериите и да помине бојата карбол фуксин, а потоа, со ладење на препаратот, восочната обвивка се стврднува и бојата останува внатре во клетката. Препаратот се испира со кисел етил алкохол и се пребојува со контрастна боја - метиленско сино, со која се бојосува целиот препарат, освен ацидорезистентните бактерии кои се бојосани со првобитната боја.

**Бојосување по Гимза.** За оваа метода потребна е специјална боја по Гимза, која има сложен состав. За бојосување секогаш се користи свеж раствор разреден со дестилирана вода. Оваа метода се користи за бојосување на протозои, спирохети, рикетии и други микроорганизми кои паразитираат во крвта.

**Бојосувањето по Љубински** се користи за бојосување на метахроматски зрна во цитоплазмата на клетката. Се користи за диференцијално бојосување кога постои сомневање на дифтерија.

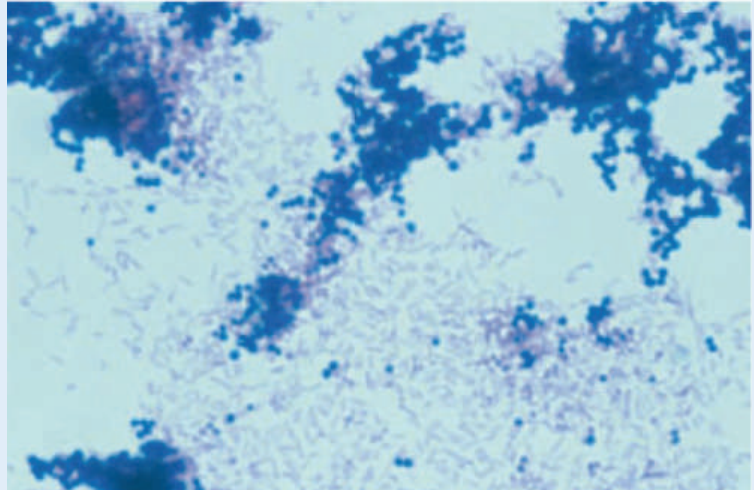
**ПАС методата за бојосување** се користи за бојосување на габите (фунги, печурки).

**Специјалните бојосувања** - се разни методи на бојосувања со кои се прикажува капсулата, спората, флагелите и другите делови на микроорганизмите.

**Бојосувањето по Шауфер и Фултон** се користи за бојосување на спорите на бактериите. За бојосување се користи 5% малахит зелено.

Темно сини полиња - Грам (+)  
(*Staphylococcus aureus*)

Светло-розеви полиња - Грам (-)  
(*Escherichia coli*)



Слика 12. Приказ на Грам (+) и Грам (-) микроорганизми на микроскопски препарат, гледани под светлосен микроскоп

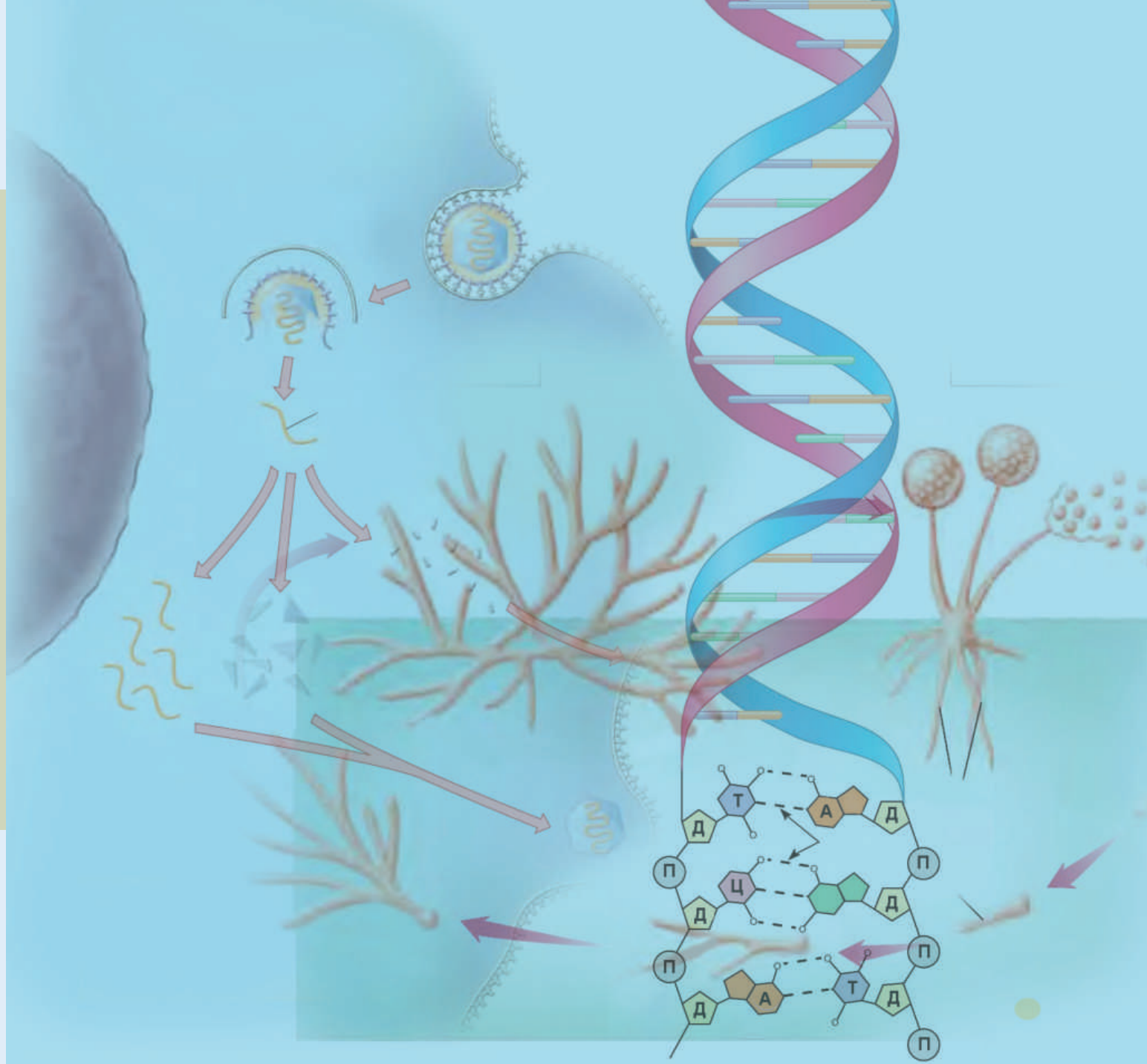
### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ПРЕПАРАТИ И ИНСТРУМЕНТИ ЗА БОЈОСУВАЊЕ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

1. Зошто се користат најразличните техники за бојосување на микроорганизмите?
2. Што претставува микроскопското стакленце?
3. Која е намената на бактериолошката еза?
4. Како се изработува микроскопски препарат од течност?
5. Како се изработува микроскопски препарат од култури на бактериски клетки израснати на цврсти хранливи подлоги?
6. Како се изработува препарат - отисок?
7. Како се фиксираат микроскопските препарати?
8. Какви бои се користат за бојосување на микроорганизмите?
9. Како се подготвуваат раствори од бои за бојосување на микроорганизмите?
10. Кои техники постојат за бојосување на микроорганизмите?
11. Кои се едноставни бојосувања и зошто се користат?
12. Кои се сложени бојосувања?
13. Наброј некои сложени бојосувања!
14. Опиши го бојосувањето по Грам!
15. Кога се користи бојосувањето по Цил-Нилсен?

## ТЕМИ ЗА ПОТТИКНУВАЊЕ НА НАУЧНОТО РАЗМИСЛУВАЊЕ

1. Споредбено испитување на морфологијата на разните еноклеточни микроорганизми.
2. Современи техники за истражување на морфологијата на еноклеточните микроорганизми.
3. Современи техники за истражување на морфологијата на аклеточните микроорганизми.
4. Дизајн и потребна опрема за една современа микробиолошка лабораторија.
5. Современи микроскопи и нивните можности при испитување на микроорганизмите.





**2. ФИЗИОЛОГИЈА НА  
МИКРООРГАНИЗМИТЕ**

## СОДРЖИНА НА НАСТАВНАТА ТЕМА

### ХЕМИСКИ СОСТАВ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

### МЕТАБОЛИЗАМ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

### ИСХРАНА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ И НИВНА КЛАСИФИКАЦИЈА СПОРЕД НАЧИНОТ НА ИСХРАНА

Извори на храна за микроорганизмите  
Механизам на исхрана на микроорганизмите

### БИОХЕМИСКА АКТИВНОСТ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

Ензими на микроорганизмите  
Биоенергетика  
Видови биолошки оксидо-редуктивни процеси  
Улога на микроорганизмите во кружење на материјата во природата

### РАЗМНОЖУВАЊЕ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ ВО ПРИРОДАТА

Механизам за размножување на бактериите  
Механизам за размножување на квасниците  
Механизам за размножување на мувлите  
Механизам за размножување на вирусите

### ХРАНЛИВИ ПОДЛОГИ ЗА РАСТ И РАЗВОЈ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

Лабораториски садови, нивно миење и подготовка за стерилизација  
Видови микробиолошки подлоги  
Земање и праќање на материјал за бактериолошко испитување  
Култивирање, биохемиско и серолошко испитување на бактериите  
Култивирање и биохемиско испитување на габите  
Култивирање и серолошко испитување на вируси, рикеции и хламидии

Физиологијата на микроорганизмите ги изучува биохемиските активности кои делумно се одвиваат во клетката на микроорганизмите, а делумно во нејзината околина, при што, се овозможуваат главните функции на клетката: растење и размножување. Со размената на материите помеѓу микроорганизмите и надворешната средина се овозможува кружење на азотот, јаглеродот, сулфурот, фосфорот и другите материји, и со тоа, се одржува биолошката рамнотежа во природата. Покрај тоа, во средината каде се одвиваат процесите на метаболизмот на микроорганизмите се случуваат различни промени и се појавуваат многу производи на метаболизмот. Многу процеси во прехранбената индустрија зависат од биохемиските активности на микроорганизмите. Но, без контрола на тие процеси се развиваат непосакувани микроорганизми кои ги расипуваат производите. Патогените микроорганизми со своите биохемиски активности предизвикуваат инфекции кај луѓето и животните.

## 2.1. ХЕМИСКИ СОСТАВ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

Најголем дел, околу 75-90% од клетката на микроорганизмот содржи слободна или врзана вода, а 10-25% е сув остаток. Во сувиот остаток, протеините се застапени со 80-90%, липидите 1-30%, јагленохидратите 10-20% и неорганските соединенија 10-20%. Овој сооднос на материји од кои е изграден микроорганизмот зависи од видот на микроорганизмот, исхраната и староста на клетката.

**Протеини.** Во клетката на микроорганизмите најчесто се застапени макромолекулите на албумините и глобулините. Покрај нив се среќаваат полипептиди и аминокиселини, кои често прават комплекси со други органски соединенија (полисахариди, липиди). Од тие комплекси зависи имунобиолошката специфичност на микроорганизмот (антигената градба). Биолошките особини на протеините зависат од физичко-хемиската структура на нивната молекула. Секој протеин при формирањето ја стекнува својата специфичност, и сите молекули на протеините се изградени на посебен начин. Сите протеини кои се среќаваат во клетката на микроорганизмите може да бидат структурни и функционални. *Структурните протеини*, заедно со другите макромолекули и останатите соединенија, учествуваат во градбата на клетката и клеточните органели. *Функционалните протеини* се најчесто ензими кои ја овозможуваат метаболичката активност на микроорганизмите. Отпорноста на некои микроорганизми кон високи температури (терморезистентни соеви), исто така, зависи од структурата на протеините кои учествуваат во нивната градба.

**Нуклеински киселини.** Во клетката на микроорганизмите постојат рибонуклеинска киселина (РНК) и дезоксирибонуклеинска киселина (ДНК), кои се врзани за протеините и формираат нуклеопротеини. По градба и функција не се разликуваат од нуклеинските киселини во другите клетки. Нуклеинските киселини по градба се полимерни нуклеотиди. ДНК е составен дел на хроматинската супстанција. Кај еукариотските микроорганизми (квасници, мувли) сместена е во јадрото, додека кај прокариотските (бактерии, рикеции, хламидии) во она што се нарекува јадро, односно формација која претставува еквивалент на јадро. Геномот на прокариотските микроорганизми обично е изграден од една молекула на нуклеинска киселина, која понекогаш има повеќе фрагменти. Поради големата молекуларна тежина на нуклеинските киселини, нивниот синџир неколкупати е подолг од должината на самата клетка.

Табела 1. Градба на нуклеинските киселини

	Нуклеотид	Органска база	Шеќер	Киселина
Рибонуклеинска киселина (РНК)	аденилна киселина	аденин	Д-рибоза	фосфорна
	гванилна киселина	гванин	Д-рибоза	фосфорна
	цитидилна киселина	цитозин	Д-рибоза	фосфорна
	урацилна киселина	урацил	Д-рибоза	фосфорна
Дезоксирибо-нуклеинска киселина (ДНК)	деоксиаденилна кис.	аденин	2-дезоксирибоза	фосфорна
	деоксигванилна кис.	гванин	2-дезоксирибоза	фосфорна
	деоксицитидилна кис.	цитозин	2-дезоксирибоза	фосфорна
	деокситимидилна кис.	тимидин	2-дезоксирибоза	фосфорна



Слика 13.  
Структура на двосинцирна ДНК

**Јагленохидрати.** Во клетката на микроорганизмите, јагленохидратите се наоѓаат во облик на полимери со различна молекуларна тежина. Улогата на полисахаридите во бактериите е разновидна: служат како резерва на хранливи материи, составен дел се на клеточниот ѕид, лигата и капсулата. Од имунолошки аспект се важни бидејќи се составен дел на соматскиот (О) антиген и ендотоксините.

**Липиди.** Во оваа група на соединенија спаѓаат мастите, маслата, восочните материи, масните киселини, фосфолипидите и полимеризираните масни киселини. Липидите се наоѓаат во клеточниот ѕид и мембраните, а како резервни хранливи материи се среќаваат во вид на масни гранули.

Соединенијата на липидите и протеините се нарекуваат липопротеини, додека соединенијата на липидите со полисахаридите се нарекуваат липополисахариди. Липополисахаридите заедно со протеините се еднотоксини на некои патогени бактерии.

**Минерални материи.** Во микробните клетки минералните материи се наоѓаат како соли на Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn и други, кои се составен дел на повеќе органски соединенија, меѓу кои и ензимите. Делуваат како катализатори и регулатори на осмотскиот притисок.

**ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ** за наставната тема  
**ХЕМИСКИ СОСТАВ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ**

1. Од кои хемиски елементи се изградени микроорганизмите?
2. Колкав процент на вода е содржан во клетката на микроорганизмите?
3. Кои протеини се најчесто застапени во клетката на микроорганизмите?
4. Која е биолошката улога на протеините во состав на микроорганизмите?
5. Кои нуклеински киселини се наоѓаат во клетката на микроорганизмите?
6. Која е биолошката улога на нуклеинските киселини во состав на микроорганизмите?
7. Во каква форма се наоѓаат јагленохидратите во клетката на микроорганизмите?
8. Која е биолошката улога на липидите во клетката на микроорганизмите?
9. Како се нарекуваат соединенијата на протеините и липидите кои се формираат во клетката на микроорганизмите?
10. Како се нарекуваат соединенијата на липидите и јагленохидратите кои се формираат во клетката на микроорганизмите?
11. Која е биолошката улога на минералните материи во состав на микроорганизмите?



## 2.2. МЕТАБОЛИЗАМ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

Под метаболизам се подразбира севкупност на биохемиските процеси кои се одигруваат во живата клетка на микроорганизмот и кои доведуваат до трансформација на разни соединенија. При тие процеси се создава енергија и макромолекули од кои се градат составните делови на микроорганизмот.

На микроорганизмите, како и на сите живи суштества, за своето опстојување им е потребна храна. Храната што им стои на располагање е изградена од макромолекули (големи молекули). Сите макромолекули се изградени од помали молекули (микромолекули). Од макромолекулите, микроорганизмите ја добиваат потребната енергија, а микромолекулите ги користат за изградба и обнова на сопствените составни делови (сопствените микромолекули и макромолекули). Покрај ова, енергијата на микроорганизмите им е потребна за растење, размножување, движење и низа други активности. Само мал дел микроорганизми можат да ја добијат потребната енергија од надвор. Тоа се фотосинтетските или фототропните микроорганизми, кои добиваат енергија од сончевата светлина. Сите други микроорганизми мораат сами да произведат енергија, која им е потребна и без која не можат да живеат. Таа енергија ја произведуваат со разградување на различни супстанции кои ја сочинуваат нивната исхрана. Поголем дел од таа енергија е хемиска, а само мал дел, топлинска енергија. Сите биохемиски реакции кои се одигруваат во клетката, а кои доведуваат до ослободување на енергија, се процеси на разградување или *дисимилација*, односно се нарекуваат *катаболизам* или *катаболички реакции*. Понатаму, примената храна разградена до микромолекули се користи за биосинтеза, односно изградба на специфичните макромолекуларни соединенија (протеини, нуклеински киселини) кои влегуваат во градбата на составните делови на микробната клетка (цитоплазма, јадро, обвивки, ензими, флагели и други делови). За овие сложени биосинтетски процеси на клетката е потребно големо количество енергија. Таа енергија клетката претходно ја ослободува од храната, и ја депонира во форма на различни хемиски соединенија богати со енергија. Сите реакции при кои се троши енергија за биосинтеза на нови макромолекули неопходни за одржување на клеточните животни функции се нарекуваат процеси на *асимилација*, односно *анаболизам* или *анаболички реакции*. Во една клетка процесите на дисимилација и асимилација се тесно поврзани и не можат да се одделат едни од други.

Процесите кои се одвиваат во клетката на микроорганизмите, како и во сите други клетки, се условени од дејството на ензимите. Тие се биокатализатори на разни хемиски реакции во живиот организам и надвор од него. Ензимите може да ги произведе само жива клетка. Во поволни услови ензимите може да останат активни и по смртта на клетката што ги произвела.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема МЕТАБОЛИЗАМ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

1. Што е тоа метаболизам на живата клетка на микроорганизмите?
2. Како микроорганизмите ја добиваат потребната енергија за вршење на животните функции?
3. Како ја добиваат енергијата фотосинтетските микроорганизми?
4. Што се подразбира под катаболизам, катаболичка реакција, во клетката на микроорганизмите?
5. Што се подразбира под анаболизам, анаболичка реакција, во клетката на микроорганизмите?

## 2.3. ИСХРАНА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

Под исхрана на микроорганизмите се подразбираат сите физички и хемиски процеси кои овозможуваат клетката на микроорганизмот да ги прими сите соединенија и елементи што се потребни за вршење на животните функции. Во средината каде се наоѓаат микроорганизмите треба да има доволно хранливи материи за да можат да растат и да се размножуваат. Во природата такви хранливи материи се наоѓаат во водата (реки, езера, мориња, отпадни води), почвата, распаднатата органска материја, во животинските или растителните организми во облик на суспензии или раствори. Таа средина од која микроорганизмите ја црпат храната може да бидат и разните вештачки хранилишта и подлоги, во кои тие вештачки се размножуваат под вештачки услови во микробиолошките лаборатории.

### 2.3.1. Извори на храна за микроорганизмите

Храна за микроорганизмите е секоја супстанција и соединение кое може клетката на микроорганизмот да го користи како своја храна. Разните микроорганизми покажуваат различни потреби за исхрана. Некои користат неоргански соединенија, други органски, а има и такви микроорганизми кои во зависност од условите на средината може да ги користат и двете групи соединенија. Храната која ја земаат микроорганизмите често се дели во три групи: храна која служи како извор на енергија, храна која служи како извор на јаглерод, азот, сулфур, фосфор и други јони и храна која служи како фактор за растење. Микроорганизмите се разликуваат и по изворот на енергија која им е неопходна за вршење на биохемиските процеси.

Врз основа на разликата во користењето на изворите на јаглерод, азот и енергија, сите микроорганизми се поделени на *литотрофни* (автотрофни) и *органотрофни*.

*Литотрофните* (автотрофни) *микроорганизми* за исхрана ги користат неорганските соли на азотот и јаглеродниот диоксид, а според начинот на кој добиваат енергија се делат на:

- *фотолитотрофни* (фотосинтетички) *микроорганизми* кои ја користат сончевата енергија и
- *хемолитотрофни* (хемосинтетички) *микроорганизми* - енергија добиваат со оксидација на неорганските соединенија.

*Органотрофните микроорганизми* за исхрана ги користат органските материи како извор на јаглерод и азот (моносахариди, олигосахариди, алкохоли, аминокиселини), а според начинот на кој добиваат енергија се делат на:

- *фотоорганотрофни микроорганизми*, кои ја користат сончевата енергија и
- *хемоорганотрофни микроорганизми*, кои енергија добиваат од оксидо-редукциските процеси во органската материја.

**Извори на јаглерод.** Микроорганизмите не можат да живеат без јаглерод. Соединенијата на јаглеродот многу често се извор на енергија. Постојат некои видови бактерии кои можат да го користат јаглеродот од  $\text{CO}_2$ . Повеќето микроорганизми, јаглеродот го користат од разни органски соединенија (алкохоли, органски киселини и нивните соли, алдехиди, кетони, јаглехидрати, гликозиди и разни аминокиселини).

**Извори на азот.** Азотот на микроорганизмите им е неопходен за изградба на нивните аминокиселини, пурины, пиримидини и други витално важни макромолекули за нивните клетки. Некои микроорганизми, азотот го користат и како извор на енергија. Помал број бактерии азотот можат да го користат од воздухот. Органотрофните микроорганизми како извор на азот ги користат протеините. Други микроорганизми ги користат неорганските соединенија на азотот, како што се нитритите, нитратите, солите на амониумот и други соединенија. Поголемиот број микроорганизми, пред сè, патогените, не можат да ги користат големите молекули на протеините, туку како извор на азот ги користат нивните поедноставни производи: полипептидите, пурините, пиримидините и аминокиселините.

**Извори на неоргански материи.** Неорганските материи се многу важни за животот на микроорганизмите. Повеќето микроорганизми, таквите соединенија ги користат за биосинтеза на своите макромолекули. Во исхраната на бактериите обично се застапени елементите: натриум, калиум, магнезиум, железо, сулфур и фосфор, во облик на соли. Металите, како што се: цинкот, оловото, алуминиумот и молибденот припаѓаат во групата на елементи кои ги стимулираат (катализираат) физиолошките процеси и се составен дел на некои ензими и витамини. Поради тоа се нарекуваат *микроелементи*, или *есенцијални неоргански микронутриенти*. Елементите јаглерод, кислород, азот, сулфур и фосфор се нарекуваат *градбени елементи*, бидејќи се значајни за синтезата на органските соединенија од кои се изградени клетките на микроорганизмите. Некои елементи, како што се: калиумот, калциумот, магнезиумот и железото можат да имаат двојна улога и како градбени и како каталитички елементи. Сите овие елементи се широко распространети во природата, и микроорганизмите ги примаат заедно со хранливите материи кои ги внесуваат.

**Извори на фактори за растење.** Соединенијата кои се неопходни за живот на микроорганизмите, а кои тие сами не можат да ги произведат, туку ги добиваат готови, се нарекуваат фактори за растење. Сепак, има и такви микроорганизми кои овие фактори можат да ги синтетизираат во средината во која се наоѓаат. Тие им служат за вршење на витално важните процеси без кои микроорганизмите не можат да живеат.

Факторите за растење обично се делат на две групи. Првата група ја сочинуваат соединенија кои се потребни во мали количества, и кои најчесто се функционални делови на ензимите. Меѓу нив се наоѓаат витамините, од кои во клетката на микороорганизмите се најдени: никотинска киселина (витамин ПП), пантотенската киселина, витамин Б1(тиамин), витамин Б2 (рибофлавин), витамин Б6 (пиридоксин), пара-амино-бензоевата киселина, биотин (витамин Х). Сите набројани витамини се многу распространети во природата. Извори на тие витамини за микроорганизмите се различни растенија, мускулите, црниот дроб и млекото на животните и човекот. За некои микроорганизми, како што се хемофилните бактерии, неопходни фактори за раст се хеминот или фактор Х (икс), и никотин-амид динуклеотид (НАД) и никотин-амид-динуклеотид фосфат (НАДФ), или фактор V.

Втората група ја сочинуваат соединенија кои на клетката на микроорганизмот се потребни во значителни количества. Во оваа група фактори спаѓаат: аминокиселините, пурините, пиримидините и други органски соединенија.

Постојат видови микроорганизми кои можат да ги синтетизираат сите аминокиселини. Оние аминокиселини кои се неопходни за живот на микроорганизмите, а тие самите не можат да ги синтетизираат се нарекуваат *есенцијални аминокиселини*. Пурините и пиримидините им се потребни на микроорганизмите за изградба на сопствените нуклеински киселини.

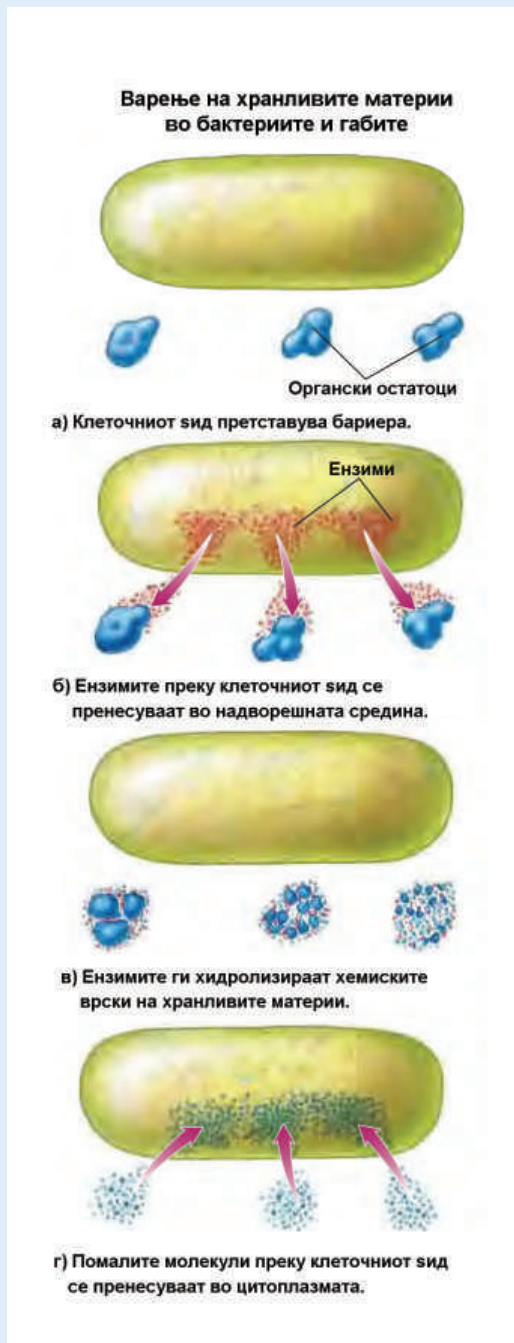
**Антагонисти на метаболитите.** Некои супстанции кои имаат слична молекуларна структура како соединенијата кои микроорганизмите ги користат за својот метаболизам, можат да го спречат нивното нормално вклучување во метаболизмот. Тие супстанции се нарекуваат антагонисти на метаболизмот или антиметаболити. Антиметаболитите, всушност ја инхибираат функцијата на различните ензими кои учествуваат во процесите на метаболизмот. Поради тоа, микробната клетка може да угине или подолго време да остане во неактивна состојба која се нарекува *микробиостаза*. На пример, сулфонамидите се антиметаболити на пара-амино-бензоевата киселина, антибиотиците се антагонисти на различни ензимски системи на микроорганизмите, итн. Антагонизмот е реверзибилен процес. Помеѓу метаболитите и нивните антагонисти постои натпревар (компетиција) за одредени ензими.

**Значење на водата за микроорганизмите.** Водата е неопходна за сите живи организми, па и за микроорганизмите. Во клетката, водата е средина во која се вршат сите биохемиски процеси. Потребите за вода не се подеднакви кај сите микроорганизми. Искористувањето на водата зависи од средината во која се наоѓаат микроорганизмите. Растворливите супстанции ја врзуваат водата, и правејќи раствори ја намалуваат можноста за нејзино искористување од страна на микроорганизмите. Поголемите концентрации на соли и шеќери во средината каде се наоѓаат микроорганизмите, влијаат неповолно и придонесуваат водата да излегува од клетката на микроорганизмот по пат на осмоза. Потребите за вода се изразуваат како активност на водата. Секој микроорганизам за растење има потреба од максимална, минимална и оптимална активност на водата. Овие вредности зависат од хранливата вредност на средината, температурата, присуството на кислород, рН вредноста на средината и присуството на инхибитори во средината.

**Однос на микроорганизмите кон кислородот.** Покрај хранливите материи, за микроорганизмите важен е и односот кон кислородот за да можат без проблем да се размножуваат. Во тој поглед микроорганизмите се делат на:

- *задолжително аеробни микроорганизми*, на кои им е потребен кислород во биолошките оксидо-редукциски процеси (аеробно дишење);
- *задолжително анаеробни микроорганизми*, на кои кислород не им е потребен во биолошките оксидо-редукциски процеси. Тие процеси се таканаречени вриења (ферментации);
- *микроаерофилни микроорганизми*, кои најдобро растат ако количеството на кислород е намалено;
- *факултативно анаеробни микроорганизми*, кои живеат и се размножуваат во атмосфера со кислород и без кислород и
- микроорганизми кои најдобро се размножуваат во атмосфера со зголемена концентрација на јаглероден диоксид.

## 2.3.2. Механизам на исхрана на микроорганизмите



Слика 14.  
Дигестија на храната надвор од клетката на микроорганизмите и внесување на разградената храна

За да може храната, која е неопходна на секоја клетка за изградба на сопствените делови и добивање на енергија да се метаболизира, неопходно е таа храна да дојде во клетката. Храната во клетката доаѓа на два начина: со дифузија или осмоза и со фагоцитоза.

**Осмотрофна исхрана.** Бактериите, квасниците и мувлите се типични осмофилни клетки кои имаат клеточен ѕид или друга ригидна обвивка, и не можат да примат цврсти делови од храната, туку само храна која е растворена во вода. Хранливите материји влегуваат во клетката, а произведените метаболити растворени во вода ја напуштаат, проаѓајќи низ клеточните обвивки. Овие клеточни обвивки се селективно пропустливи. Тие ефективно го бираат она што им е потребно или она што го излучуваат. Селективната пропустливост е поврзана со молекуларната структура на метаболитите и обвивките, како и со структурата на одредени ензими. Од тука постои и значајна физиолошка разлика меѓу различните видови микроорганизми.

Постојат два механизми за транспорт на материите низ клеточните мембрани. Првиот механизам е познат како **пасивен транспорт**, а се однесува на електролитите или малите растворливи молекули кои дифундираат низ клеточната мембрана. Ова претставува **селективна осмоза**, со која се изедначуваат концентрациите во клетката и надвор од неа. Вториот механизам е **активен транспорт**. За одвивање на овој транспорт на материји низ клеточните мембрани потребна е енергија. Со активен транспорт низ клеточните мембрани се пренесуваат големи молекули. Овој процес се врши со помош на посебен ензимски систем, познат како **пермеаза**.

**Фаготрофна исхрана.** Карактеристична за клетките на вишите животни и човекот, пред сè, за белите крвни клетки и другите клетки на ретикуло-ендотелниот систем. Фагоцитозата е процес во кој клетката ги „проголтува“ цврстите делчиња од храната, и ги внесува во храноварните вакуоли каде се врши нивна дигестија под дејство на ензимските системи.



**Дигестија на храната.** Тоа е процес на интра- и екстраклеточна декомпензација на комплексната храна, како што се: полисахаридите, протеините, масните и нуклеинските киселини, во молекулите од кои се составени. При таа разградба, полисахаридите (скроб, целулоза) се разградуваат до моносахариди (глукоза), протеините до аминокиселини, масните до глицерол и масни киселини, а нуклеинските киселини до нуклеотиди, пурини и пиримидини. Најголем број материи потребни за исхрана на микроорганизмите се наоѓаат во нивната околина, во облик на големи, многу често во вода нерастворливи молекули. Во таков облик микроорганизмите не можат да ги користат за исхрана. Тие претходно мора да ги разградат на микромолекули. Затоа, микроорганизмите во надворешната средина лачат хидролитички ензими, кои ги разложуваат комплексните молекули до соединенија кои можат да ја поминат клеточната мембрана. Тоа е процес на екстраклеточно варење на храната. Понатаму, во клетката на микроорганизмите продолжуваат процесите на внатреклеточното варење на храната под дејство на метаболичката активност на внатреклеточните ензимски системи.

#### **ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ИСХРАНА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ**

1. Што се претставува извор на храна за микроорганизмите?
2. Што се подразбира под исхрана на микроорганизмите?
3. Како се делат микроорганизмите врз основа на разликите во користењето на храната?
4. Кои се извори на јаглерод за микроорганизмите?
5. Кои се извори на азот за микроорганизмите?
6. Кои се извори на неоргански материи за микроорганизмите?
7. Што се фактори за растење?
8. Како се поделени факторите за растење?
9. Што се антагонисти на метаболизмот?
10. Опишете го значењето на водата за микроорганизмите?
11. Како се делат микроорганизмите според нивниот однос кон кислородот?
12. Како навлегуваат хранливите материи во клетката на микроорганизмите?
13. Како се врши осмотрофната исхрана на микроорганизмите?
14. Како се врши фаготрофната исхрана на микроорганизмите?
15. Како се врши варењето (дигестијата) на храната во клетката на микроорганизмите?

## 2.4. БИОХЕМИСКА АКТИВНОСТ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

### 2.4.1. Ензими на микроорганизмите

Микроорганизмите, како и сите други живи клетки, создаваат многу ензими. Еден дел од тие ензими кои ги излучуваат во надворешна средина се познати како егзоензими, додека ензимите кои делуваат во клетката на микроорганизмот се нарекуваат ендоензими.

*Егзоензимите* ги разложуваат (хидролизираат) органските макромолекули во средината каде се наоѓаат микроорганизмите, до попроси соединенија кои се внесуваат во клетката на микроорганизмот и служат како храна. Во оваа група спаѓаат карбохидразите, протеазите, липазите и др. Егзоензимите на некои патогени микроорганизми се значајни при развојот на инфекцијата.

*Ендоензимите* се активни во микробната клетка. Тие учествуваат во процесите на разградување (дисимилација), при што се ослободува енергија, како и во процесите на синтеза (асимилација). Одредени групи ендоензими се поврзани за различни клеточни структури. Оние кои учествуваат во синтезата на протеините се поврзани со рибозомите, а ензимите кои учествуваат во процесите за ослободување на енергија се поврзани со клеточната мембрана. Ендоензимите се ослободуваат од клетката, само ако таа угине и се распадне.

По хемиски состав ензимите на микроорганизмите може да бидат прости протеини, како што се: пепсинот, трипсинот и другите хидролитички ензими. Меѓутоа, има и такви ензими кои имаат сложена структура, составени од протеинска основа која сама по себе не е активна (апоензим) и протетична група (коензим), која самостојно не е активна. Со нивно соединување се добива комплетен ензим (холоензим), кој е активен.

Ензимите се однесуваат различно под дејство на физичко-хемиските фактори на надворешната средина. Некои ензими се многу чувствителни и ги инактивираат одредени влијанија на надворешната средина. Престанокот на активноста на некои ензими предизвикува престанување на животните функции на микроорганизмот.

Температурата е многу значајна за активноста на ензимите. Зголемувањето на температурата до одреден степен ја зголемува активноста на ензимот, сè додека не се постигне максимално дејство. Потоа активноста на ензимот почнува да опаѓа, и на крај престанува. Во тој поглед, секој ензим има своја минимална, оптимална и максимална температура. Ензимите се мошне осетливи и во однос на рН-вредноста на средината. Активноста на ензимите зависи и од многу други супстанции, кои се нивни активатори и инхибитори. Многу дезинфекциони средства, антибиотици и сулфонамиди ги инактивираат ензимите.

Создавањето на ензими, карактеристично за секој вид микроорганизам е генетски регулирано. Ензимите кои секогаш се наоѓаат во клетката на микроорганизмите и без кои не можат да се вршат основните животни функции се нарекуваат *конститутивни ензими*. Меѓутоа, микроорганизмите обично ги немаат сите ензими синтетизирани и активни во клетката. Тие ги синтетизираат тие ензими кога им се потребни. Ова значи дека микроорганизмите имаат гени за синтеза на многу ензими во зависност од потребите.

## 2.4.2 Биоенергетика

Најголем број микроорганизми енергијата ја добиваат преку биолошките оксидации и редукции, кои се одигруваат во клетката. Извор на енергија се молекулите на различни супстанции, кои микроорганизмите ги разложуваат до крајните производи. На помал број микроорганизми, сончевата светлина им служи како извор на енергија. Процесите на биолошка оксидација се разликуваат кај хемосинтетичките, литотрофните и органотрофните микроорганизми.

Литотрофните микроорганизми ја ослободуваат енергијата од неорганските соединенија. Микроорганизмите од родот *Nitrosomonas*, потребната енергија ја добиваат со оксидација на амонијакот, при што се добива азотеста киселина, односно нејзини соли:



Микроорганизмите од родот *Nitrobacter* ги оксидираат нитритите во нитрати:



Органотрофните микроорганизми добиваат енергија со разложување на органските соединенија, пред сè, на јагленохидратите, протеините, а ретко и на мастите. Во молекулата на јагленохидратите и протеините е врзана голема количина на енергија при нивното создавање. Во клетките на аеробните органотрофни микроорганизми со потполно оксидоредуктивно разложување на глукозата се создава вода и јаглероден диоксид, при што се ослободува голема количина на енергија. При анаеробните процеси се создава помала количина на енергија, зависно од степенот на разложување на гликозата.

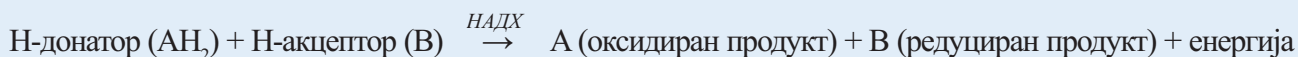
Во пренесувањето и врзувањето на енергијата при внатреклеточните процеси учествуваат повеќе соединенија кои во својот состав имаат фосфор, сулфур и врски богати со енергија. Во клетките на микроорганизмите најзначаен систем за пренесување и врзување на енергијата е аденозин дифосфат - аденозин трифосфат (АДФ-АТФ). Процесот на преминување на дифосфатот во трифосфат е пропратен со врзување на енергија, а обратниот процес на преминување на трифосфатот во дифосфат, со отпуштање на енергија.

## 2.4.3. Видови на биолошки оксидо-редуктивни процеси

Во зависност од крајниот примател на електронот од водородниот атом, сите биолошки оксидо-редукции се делат во две групи: **дишење на микроорганизмите - респирации** и **ферментации**.

### 2.4.3.1. Дишење на микроорганизмите (биолошка оксидо-редукција)

Дишењето кај микроорганизмите всушност претставува процеси на оксидо-редукција во клетката, при што, се ослободува енергија. Оксидо-редукциските процеси во клетката на органотрофните микроорганизми претставува пренесување на електрони, односно одземање на електрон (енергија) од соединенијата присутни во клетката и ставање на располагање на клетката. Тие процеси започнуваат со ензимско одвојување на водородот (дехидрогенација) од соодветните соединенија (глукоза, аминокиселини и масни киселини) и негово пренесување. Секоја дехидрогенација, односно одземање водород, значи оксидација. Атомот на водородот е изграден од јон на водородот (протон) и еден електрон ( $H^+e^-$ ). При отцепување на атомот на водород од некое соединение (извор на енергија), се отцепуваат и протонот и електронот на водородниот атом. Соединението кое отпушта атом на водород се нарекува давател или Н-донор, додека соединението кое го прима отпуштениот атом на водород се нарекува Н-акцептор. Поткренувачи на овој процес се ензимите дехидрогенази (НАД), кои го врзуваат ослободениот водород, се редуцираат, го пренесуваат до соединението-акцептор, го отпуштаат водородниот атом, со што се оксидираат и се спремни повторно да стапат во реакцијата за пренесување на водородни атоми.



Енергијата која се ослободува при одземање на водородот (електронот) од соединението-донор, микроорганизмите го складираат преку системи за чување на енергија (најпознат систем е АДФ-АТФ). Складовите на енергија во клетката се соединенија кои имаат фосфоанхидритски врски и се богати со енергија. Во нив постојано се складира енергија која ја произведува клетката. Со каталитичко делување на хидролазите, од фосфоанхидритските врски се ослободува енергија. Таа енергија клетката ја користи за движење, примање на храна, разградување на макромолекулите, размножување, растење и одржување на сите витални функции. Меѓу фосфорните соединенија со фосфоанхидритски врски најважно е аденозин трифосфатот (АТФ). Енергијата што ја произведува клетката овозможува синтеза на тоа соединение од аденозин дифосфатот (АДФ). Кога АДФ ќе прими енергија со еден фосфат, тој се оксидира во АТФ. АТФ хидролитички се разградува, при што испушта енергија и еден фосфат, па преминува во АДФ. Системот АДФ-АТФ е краткотраен склад на енергија. За долго складирање на енергијата, клетката го користи скробот, гликогенот, поли-бета-хидроксипутерната киселина и други полимерни соединенија.

Во однос на процесите на респирација постои разлика помеѓу аеробните и анаеробните микроорганизми.

**Аеробни микроорганизми.** Кај нив примател на водородниот атом во аеробни услови може да биде кислородот. Тогаш, во зависност од микроорганизмот и неговиот ензимски систем, како крајни производи се добиваат  $H_2O$ ,  $H_2O_2$  и уште некои. Меѓутоа, краен примател на водородот може да биде и сулфурот, па се формираат  $H_2S$  или  $CO_2$ . Користењето на кислородот како краен акцептор е овозможено преку системот цитохром и жолтите ферменти (флавин аденин динуклеотид - ФАД), кој ги опфаќа ензимите цитохроми и цитохромоксидази.

Тој систем на ензими за пренесување на атомите од водородот на молекуларниот кислород се нарекува *респираторен транспортен систем* или *респираторен синџир*. Железото во цитохромите брзо се оксидира и редуцира. Така, примајќи го активниот водород од жолтите ензими се редуцира, а потоа, со предавање на водородот на цитохромоксидазите се оксидира, при што го соединуваат активниот кислород со активниот водород.

**Анаеробни микроорганизми.** Тие го вршат процесот на оксидо-редукција без присуство на кислород. Кај анаеробната дехидрогенација се разликуваат два процеси. Едниот е присутен кај анаероби кои немаат систем на активатори и преносители на кислород. Другиот процес се среќава кај факултативните анаеробни микроорганизми. Кај анаеробната респирација краен примател на електронот од водородниот атом се нитрати, сулфати или карбонати. Крајни производи на оксидоредуктивните процеси во анаеробни услови се: етил алкохол, разни органски киселини (млечна, пропионска, бутерна) и некои други соединенија. При овие процеси се ослободува помало количество енергија.

#### 2.4.3.2. Вриење (ферментација)

Вриењето претставува непотполна оксидоредукција на јагленохидратите или на други органски соединенија под дејство на микроорганизмите. Тие се разликуваат од респирациите по тоа што овде како краен примател на водородот и електронот се јавува некое органско соединение. Во текот на тој процес, со каталитичко делување на бројни ензими, водородот се пренесува од едно соединение кое се разградува, и има повеќе енергија, на друго соединение со помалку енергија. Во текот на тој процес се создаваат различни производи, врз основа на што имаме повеќе видови на анаеробни вриења (ферментации).

**Алкохолно вриење.** Големо количество алкохол се произведува при вриење на меласата, скробот и други погодни супстрати. За таа цел се користи пекарскиот или пивскиот квасец, *Saccharomyces cerevisiae*, кој што под одредени услови, околу 90% од шеќерите ги претвора во алкохол и  $\text{CO}_2$ . Процесот на разложување на полисахаридите започнува со делување на хидролитичките ензими, при што настануваат соединенија, пред сè, глукоза и пентози, кои микроорганизмите ги внесуваат внатре во својата клетка. Во микробната клетка настануваат процеси на вриење на глукозата, кои се идентични со оксидоредуктивните процеси за разложување на јагленохидратите во анаеробни услови, при што, настануваат одредени производи и се ослободува енергија. Во клетката на микроорганизмот глукозата се разложува до пирогроздова киселина, од која понатаму се создава етил алкохол и помали количества амил алкохол, килибарна киселина, глицерол и друго.

**Бутерно-киселинско вриење.** Ова вриење се одвива во анаеробна средина под дејство на бактериите од родот *Clostridium*. Ова вриење е мошне важно во негативна смисла при производството на животни продукти, бидејќи настануваат соединенија со непријатен мирис кои се задржуваат во прехранбениот производ.

**Припионско-киселинско вриење.** Значајно е при созревањето на некои видови сирења.

**Млечно-киселинско вриење.** Се среќава кај производите добиени со скиселување на млекото под дејство на млечно-киселинските бактерии од родовите *Lactobacillus* и *Streptococcus*. Покрај млечна киселина се создаваат и други соединенија: испарливи киселини, јаглерод диоксид, етил алкохол, оцетна киселина и други.



**Аеробни вриења.** Досега опишаните вриења не ги даваат истите крајни производи во присуство на кислород, или нивното количество е многу мало. На пример, пироғроздовата киселина во аеробни услови се разложува до  $H_2O$  и  $CO_2$ . Процесот на потполна оксидоредукција на пироғроздовата киселина внатре во клетката на микроорганизмите се нарекува *Кребсов циклус на лимонската или трикарбонските киселини*.

Табела 2. Најважни разлики помеѓу ферментацијата и аеробната респирација

Средина	Ферментација	Аеробна респирација
	анаеробна	аеробна
краен примател на водород и електрон	разградени продукти од ферментацијата	молекуларен кислород
број на синтетизирани АТФ	2	38
количество на произведена енергија	35 ккал/мол	652 ккал/мол
крајни продукти	разни органски киселини, алкохоли, $CO_2$ , $H_2$ , органски соединенија со многу енергија	$CO_2$ и $H_2O$

#### 2.4.4. Улога на микроорганизмите во кружењето на материјата во природата

Активноста на микроорганизмите во кружењето на некои елементи и материи во природата се од основно значење за одржување на биолошката рамнотежа. Без тие процеси во прашање би дошло опстојувањето на животот на земјата. Меѓу најзначајните елементи чија биолошка трансформација постојано се одржува во природата се: азотот, јаглеродот, кислородот, водородот, сулфурот и фосфорот. Во клетката овие елементи влегуваат во градбата на нејзините компоненти и се во редуцирана форма, додека кога излегуваат од клетката се во оксидирана форма. Покрај тоа што влегуваат во градбата на клеточните компоненти, учествуваат во процесите на оксидо-редукција и можат да послужат како извор на енергија.

Со разложување на протеините се ослободува азот кој растенијата го користат од почвата и атмосферата за синтеза на сопствените протеини. Растителните протеини ги користат животните како храна и ги трансформираат во животински протеини. Животинските екскрети (мочта и други), изумрените животински и растителни организми се искористуваат од микроорганизмите, кои ги разложуваат со процесите на гниење, хидролиза и амонификација до амонијак и неговите соли. Потоа, со оксидација на амонијакот до азотеста и азотна киселина под дејство на микробната активност, азотот повторно се појавува во облик кој растенијата можат да го користат.

Кружењето на јаглеродот во природата е постојан и неопходен процес. Оксидираниот облик на јаглеродот во форма на јаглерод диоксид, во процесот на фотосинтеза се редуцира и се вградува во органските соединенија.

Во растителната фотосинтеза давател на водород е водата, а јаглеродниот диоксид се редуцира, додека во бактериската фотосинтеза давател на водород се сулфидите кои го редуцираат јаглеродниот диоксид. Во зелените растенија, јаглеродниот диоксид се трансформира во различни облици, на пример, шеќер кој во енергетскиот метаболизам повторно се трансформира во јаглероден диоксид или друго органско соединение. Микроорганизмите со процесите на гниење и вриење ги искористуваат изумрените растенија и животни, при што, создаваат нижи оргаснки соединенија кои други микроорганизми ги користат како извор на енергија и ги трансформираат до јаглероден диоксид, водород и друго. Дел од овој јаглерод се ослободува во атмосферата, а дел се вградува во минералните материи во земјата.

#### **ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема БИОХЕМИСКА АКТИВНОСТ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ**

1. Што се егзоензими?
2. Што се ендоензими?
3. Од кои фактори зависи активноста на бактериските ензими?
4. Кое е значењето на температурата за активноста на микоорганизмите?
5. Како микроорганизмите добиваат енергија за вршење на животните функции?
6. Кои се процеси на биолошка оксидација?
7. Како литотрофните микроорганизми ја добиваат енергијата?
8. Како органотрофните микроорганизми ја добиваат енергијата?
9. Кои биолошк оксидо-редуктивни процеси се одвиваат во микроорганизмите?
10. Кои се процеси на дишење на микроорганизмите?
11. Како се одвива процесот на дишење во клетката на аеробните микроорганизми?
12. Како се одвива процесот на дишење во клетката на анаеробните микроорганизми?
13. Што претставува ферментацијата?
14. Кои ферментативни процеси се одвиваат под дејство на микроорганизмите?
15. Која е улогата на микроорганизмите во кружењето на материите во природата?

## 2.5. РАЗМНОЖУВАЊЕ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ ВО ПРИРОДАТА

Во главните функции на микроорганизмите се вбројуваат растењето и размножувањето. Сите нивни активности кои се случуваат во природата се подредени на овие два процеса. За да можат да се одвиваат овие процеси, на микроорганизмите им се потребни хранливи материи, извор на енергија и останати фактори кои претходно беа спомнати.

Растењето на микроорганизмите е процес при кој се зголемува обемот и тежината на нивните клетки. Тоа е резултат на биосинтезата на макромолекулите на клетката.

Размножувањето на микроорганизмите е цикличен процес, при кој настанува зголемување на бројот на микроорганизми и растење на нивните клетки. Во текот на размножувањето на микроорганизмите нивните клетки растат и со тоа менуваат многу од своите особености, сè додека не станат способни да произведат нови единки кои имаат исти особености како и тие самите. Новоформираните клетки растат и се менуваат сè додека не станат способни да се репродуцираат самите себе. Тие процеси постојано се повторуваат сè додека за тоа постојат услови.

### 2.5.1. Механизам за размножување на бактериите

Со акумулирање на потребните количества хранливи материи и одвивањето на метаболичките процеси, клетката на бактериите добива енергија и метаболити кои се неопходни за синтеза на сопствените компоненти (нуклеински киселини, протеини, полисахариди и липиди). Сите овие процеси се многу сложени, иако самата делба на бактериската клетка изгледа доста едноставна. Најголем број бактерии се делат со проста делба или лепење на две. При простата делба, клетката мајка се дели на две еднакви клетки-ќерки. Цепењето може да се случи по надолжната или попречната оска на клетката. Пред почетокот на лепењето, клетката малку го зголемува својот обеом. Потоа од клеточниот ѕид кон внатрешноста на клетката разрастува една преграда која ја дели цитоплазмата и нејзините делови на два еднакви дела. Јадровиот еквивалент (ДНК) се реплицира на два дела уште пред да почне да се дели клетката, по еден дел за секоја новоформирана клетка. На крај, клетката се стеснува на местото каде што започнало формирањето на клеточната преграда и се одвојуваат две посебни клетки-ќерки. Кога тие ќе созреат на ист начин ќе се поделат на две клетки-ќерки.

Кај некои видови бактерии размножувањето се врши преку посебни формации кои се нарекуваат L-форми. Тој начин на размножување во нормални услови го користат само бактериите од родот *Mycoplasma*. Тоа се бактерии кои немаат клеточен ѕид. Во одредени услови кога и други бактерии ќе го изгубат клеточниот ѕид, почнуваат да се размножуваат на овој начин. Ова размножување почнува со зголемување на бактериската клетка. Така зголемената клетка се нарекува големо тело. Тоа постепено се дезинтегрира во многубројни ситни топчести телца, со пречник од 0,2  $\mu\text{m}$ . Од секое такво ситно телце се развива бактериска клетка соодветна на клетката од која настанала.

Понекогаш, под влијание на различни надворешни фактори бактериите растат, се издолжуваат, се дели ДНК молекулата и се вршат сите останати процеси како при нормална делба, меѓутоа клетките не се одвојуваат, па се формираат влакнести (филаментозни) формации.

Времето потребно да се подели бактериската клетка се нарекува време за размножување. Тоа зависи од видот на бактеријата и условите за размножување.

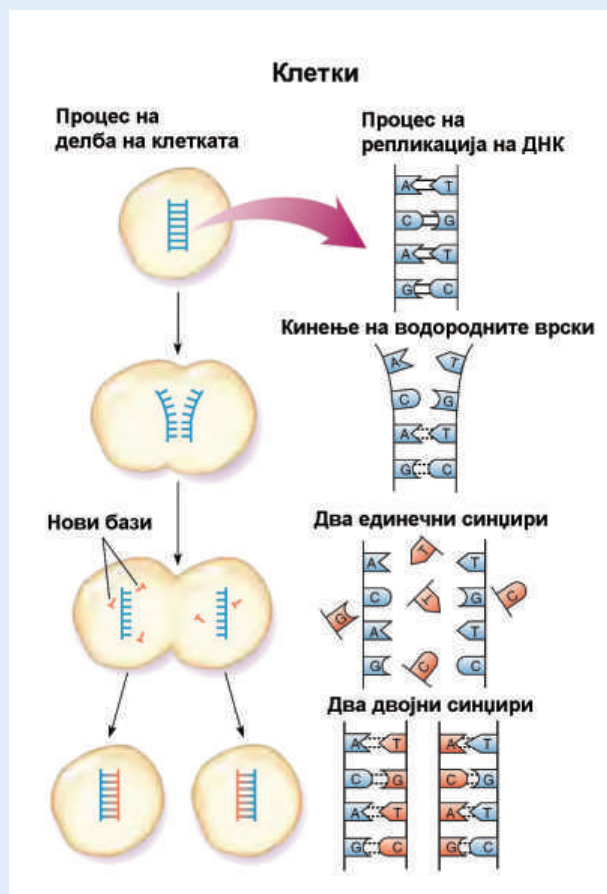
### Ритам на размножување на бактериите.

Механизмот на размножување на бактериите со цепање на две ни е познат. При тоа се добиваат две клетки-ќерки. Кога тие две клетки ќе созреат, се делат секоја на уште по две и процесот тече понатаму со геометриска прогресија. Така настануваат  $4 \rightarrow 8 \rightarrow 16 \rightarrow 32 \rightarrow 64 \rightarrow 128 \rightarrow 256$  итн. Ако се претпостави дека во одредена средина има една бактериска клетка, и таа правилно се размножува во одреден временски интервал, тогаш теоретски би можело да се пресмета колку бактериски клетки ќе има по одредено време. Меѓутоа, доколку се оди по тие пресметки тогаш може да се претпостави дека со размножувањето на бактериите и другите микроорганизми кои ги има многу во природата, ќе се оневозможи животот на другите организми. Но, во природата ритамот на размножувањето на секоја бактериска клетка е поразличен од теоретските претпоставки. Бактериските клетки покрај тоа што се размножуваат, тие живеат, стареат и угинуваат. Ако бројот на бактериите во некоја бактериска суспензија се одредува во некој временски интервал и добиениот број се нанесе на координатен систем, ќе се добие крива на размножувањето и угинувањето на бактеријата.

На таа крива се разликуваат одделни фази на размножување и угинување на бактериите:

1. Почетна, стационарна фаза на размножување;
2. Период на забрзано размножување;
3. Период на интензивно размножување;
4. Период на максимален раст и
5. Период на изумирање на бактериските клетки.

**Почетната, стационарна фаза на размножување**, или како уште се нарекува *фаза на притаеност (период на инкубација)*, е фаза кога бактериите се привикнуваат на новата средина, но физиолошки се многу активни и се подготвуваат за делба.



Слика 15. Репликација на ДНК и делење на бактериската клетка на две нови клетки-ќерки

**Периодот на забрзано размножување**, е период кога започнува делбата на сите клетки кои се наоѓаат во средината.

**Периодот на интензивно размножување** или како уште се нарекува *логаритамски период*, е фаза кога клетките на бактериите забрзано се делат во правилни временски интервали.

Во **периодот на максимален раст**, бактериите го достигнуваат максималниот број, кога тој повеќе не се зголемува, туку одреден временски период се одржува на тој број. Времетраењето на овој период зависи од видот на бактеријата и условите на средината. На почетокот, размножувањето на бактериите се забавува, за да на крај целосно престане. Во оваа фаза, поради големиот број бактериски клетки се трошат хранливите материи и кислородот, а се продуцираат и значителни количества инхибиторни супстанции кои го забавуваат растот.

**Периодот на изумирање на бактериските клетки** настанува кога хранливите материи се значително намалени, а концентрацијата на инхибиторни материи се зголемила. Во оваа фаза сè уште некои бактериски клетки се делат, ама значително поголем број бактериски клетки угинуваат. На крај, бактериската популација е мртва. Времето на изумирање на микроорганизмите првенствено зависи од видот. На пример, некои Грам (-) коки угинуваат за 24-48 часа, додека *Pasteurella spp.* за 7 дена, а причинителот на туберкулозата опстојува 2-3 недели.

## 2.5.2. Механизам за размножување на квасниците

Квасниците се размножуваат на повеќе начини: со пупење, цепење на две, спорулација (бесполово), со полова репродукција или копулација и партеногенеза.

**Пупењето** е најчест начин на размножување на квасниците, кој настанува кога клетката ќе достигне одредена големина. Тогаш, на едната страна на клетката се формира пупка во која навлегува дел од цитоплазмата и нуклеарен материјал. Таа пупка постепено се зголемува и кога ќе ја достигне приближно големината на клетката-мајка, таа всушност се оформила во нова квасница. Новата квасница се одделува од клетката - мајка, дозрева и врз неа се формира нова пупка и целиот процес се повторува.

**Напречното цепење на две** е многу слично со размножувањето на бактериите. Клетките по делењето може да се одвојат или да останат заедно, кога се формираат синцири од клетки кои потсеќаат на мицелиум.

**Бесполовото создавање спори** е процес на размножување кој на квасниците им овозможува да ги преживеат неповолните услови. Во претспорулирачките клетки на квасниците се насобираат многу резерви на масти и гликоген, и настанува делба на хромозомите. Во секоја клетка се создаваат една или повеќе спори што зависи од видот на квасецот. Клетките во кои се создаваат спори се нарекуваат *аскуси*, а спорите *аскоспори*.

**Половата репродукција** или **копулација** настанува со спојување на две соседни клетки во колонијата со помош на копулационен канал. Клетките тогаш се нарекуваат *гамети* и тие формираат една поголема клетка која се нарекува *зигоспора*. Таа се зголемува, јадрото се дели повеќекратно и од неа настануваат повеќе квасници.

**Партеногенезата** претставува развој на квасници од неоплодена клетка.

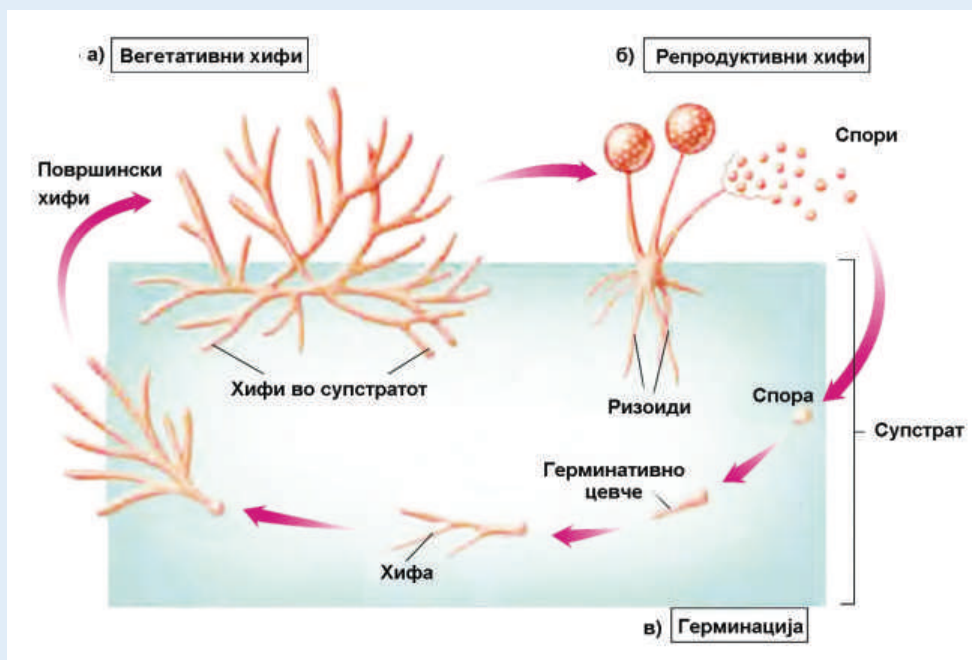
**Хламидиоспорите** претставуваат заштитни форми на квасниците кога тие се наоѓаат во неповолни услови. Кога ќе се пренесат во поволни услови од нив се развиваат клетки кои понатаму продолжуваат да се делат со пупење.



### 2.5.3. Механизам за размножување на мувлите

Мувлите се размножуваат со спори. Тие создаваат два вида на спори: полови и бесполови. Кај бесполовата репродукција нема соединување на полови клетки, додека половата репродукција се карактеризира со спојување на две јадра. Бесполовото размножување е многу почеста појава.

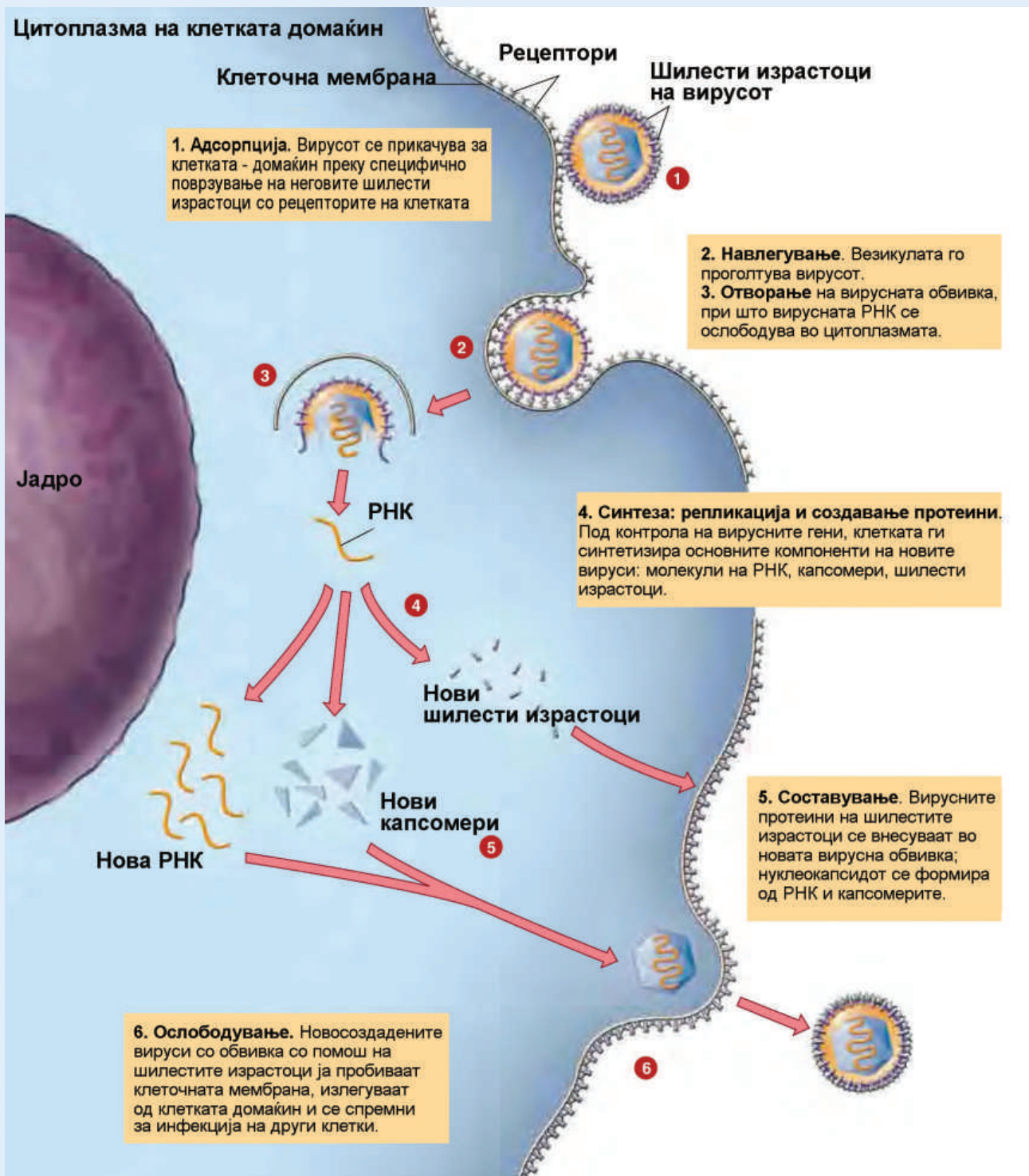
Спорите се состојат од *еписпора* или надворешен сид и *ендоспора* или внатрешен сид. Ендоспората ја затвора протоплазмата во која се наоѓаат хранливи материи и едно или повеќе јадра. Кога спората ќе дојде во поволни услови, таа бабри и 'рти, а потоа исфрла неколку 'ртливи цевчиња. Секое од тие цевчиња се издолжува и создава мрежа од хифи кои се разгрануваат и создаваат мицелиум.



Слика 16. Размножување на мувлите

### 2.5.4. Механизам за размножување на вирусите

Вирусите многу поинаку се размножуваат од бактериите и габите. Како што е познато вирусите се паразити во клетката и не можат да се размножуваат надвор од живата клетка на човекот, животните, растенијата или бактериите. Размножувањето на вирусите е многу сложен процес. Во него, покрај вирусот учествува и клеточниот материјал на клетката во која вирусот паразитира. Размножувањето на вирусите се одвива во следните фази:



Слика 17. Навлегување на вирусот во клетката и негово размножување

1. Адсорпција на вирусот на чувствителната клетка (*viropexis*);
2. Продирање на вирусниот материјал во клетката (пенетрација);
3. Фаза на еклипса, кога вирусниот материјал не може да се види во клетката;
4. Репликација на вирусната нуклеинска киселина и вирусните протеини во клетката - биосинтеза;
5. Формирање на новиот вирус;
6. Ослободување на новоформираните вируси од клетката.

Во првата фаза, вирусот се прикачува за определено место на површината на клетката. Тоа место се нарекува *рецептор за вирусот*. Во следната фаза, вирусот ја пробива клеточната обвивка и ја внесува сопствената нуклеинска киселина (ДНК или РНК). Во третата фаза, или *фаза на еклипса*, нуклеинската киселина на вирусот се расформира на составните делови (пурински и пиримидински бази), и затоа не може да се види. Во четвртата фаза, деловите од нуклеинската киселина на вирусот се вградуваат во нуклеинската киселина на клетката-домаќин. Под команда на информацијата што ја носи вирусната нуклеинска киселина, почнуваат да се синтетизираат нуклеинската киселина и протеинската обвивка на вирусот од компонентите на клетката-домаќин. Во петтата фаза се формираат нови млади вируси, кои се спремни за ново размножување. Тие ја пробиваат клеточната обвивка и излегуваат во надворешна средина. Во зависност од чувствителноста на вирусот кон надворешните влијанија, одредено време можат да преживеат надвор од живата клетка. За да можат да останат живи и да се размножуваат, тие одново мора да стигнат до нова клетка-домаќин. Кривата на размножување и смрт на вирусите, значајно се разликува од таа на бактериите. Вирусите кои паразитираат на бактериските клетки се нарекуваат *бактериофаги*.

#### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема РАЗМНОЖУВАЊЕ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ ВО ПРИРОДАТА

1. Каков процес е растењето на микроорганизмите?
2. Каков процес е размножувањето на микроорганизмите?
3. Како се размножуваат бактериите?
4. Како настанува репликацијата на ДНК?
5. Какви формации се L-формите на бактериите?
6. Како се нарекува времето потребно да се подели бактериската клетка на две клетки-ќерки?
7. Како тече процесот на размножување на бактериите?
8. Кои фази се разликуваат во процесот на размножување и угинување на бактериската клетка?
9. Како се размножуваат квасниците?
10. Каков процес е партеногенезата?
11. Што се хламидиоспори?
12. Како се размножуваат мувлите?
13. Дали вирусот може да се размножува надвор од клетката-домаќин?
14. Кои се фазите на размножување кај вирусите?

## 2.6. ХРАНЛИВИ ПОДЛОГИ ЗА РАСТ И РАЗВОЈ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

За да можат микроорганизмите да се одгледуваат во лабораториски услови, потребно е да се создадат приближни услови за живот какви што постојат во организмот на луѓето, животните, растенијата или другите природни живеалишта. За размножување на бактериите потребно е да се обезбедат доволно протеини, јагленохидрати, минерални материи, витамини, влажност, топлина и присуство или отсуство на кислород. Средините кои ги задоволуваат споменатите услови, а се подготвуваат во лаборатории се нарекуваат *хранливи подлоги*, а размножувањето на микроорганизмите на такви вештачки подлоги се нарекува *култивирање*. Хранливите подлоги содржат разни материи и смеси на различни супстанции кои овозможуваат растење и размножување на микроорганизмите, но и истакнување на некои карактеристики на нивните колонии и агрегации на размножените микроорганизми. Таквите карактеристики се користат за идентификација и диференцијација на разните видови микроорганизми.

Агломерациите на колонии кои израснуваат на хранливата подлога се нарекуваат *култури на микроорганизми*. Тие често можат да содржат различни видови на микроорганизми, па се нарекуваат *мешани култури*. За да можат да се испитаат особеностите само на еден вид микроорганизми, потребно е од таквите мешани култури да се добијат чисти култури, односно култура која содржи само еден вид микроорганизам. Потоа, така добиената чиста култура, се испитува *биохемиски* (преку утврдување на продуктите од биохемиската активност на микроорганизмите), *серолошки* (утврдување на специфичните антигени карактеристики на одделни видови микроорганизми) и *биолошки* (испитување на дејството на микроорганизмите врз лабораториски животни).

### 2.6.1 Лабораториски садови, нивно миење и подготовка за стерилизација

Во зависност од видот и намената на подлогите, тие се подготвуваат и се користат во најразлични лабораториски садови. Тие најчесто се направени од стакло кое може да издржи високи температури.

*Петриевите плочи* се стаклени садови со кружен облик, составени од два дела: горен, кој има улога на капак и е со поголем пречник, и долен дел, кој е со помал пречник. Ги има со различни димензии, но најмногу се користат оние со пречник од 80 до 100 mm, и служат за ставање на цврстите хранливи подлоги.

*Епруветите* се направени од стаклести цевчиња со заоблено и испакнато дно. Должината и пречникот на епруветата можат да бидат различни во зависност од нејзината намена. Се користат за ставање на цврсти и течни хранливи подлоги.

*Дурхамово цевче* е мала епрувета кои се користат кога течните подлоги служат за испитување на ферментативните особини на микроорганизмите (на пример, при одредување коли титар и коли индекс). Тие се поставуваат во течната подлога со отворот свртен надолу кон подлогата. Ако микроорганизмот засеан на таква подлога произведува гас, истиот се насобира во Дурхамовото цевче.

**Пипети** се долги стаклени цевчиња кои на долниот крај се стеснати, а служат за мерење на течности (пипетирање). Во зависност од големината има микропипети, за мерење на мали количини под 1 ml, и поголеми пипети за мерење на 1, 5, 10, 50 и 100 ml.

**Останатите лабораториски садови** се разликуваат по обликот и намената за која се користат. Ерленмаеровата чашка има облик на купола, со рамно дно и тесно грло. Има волумен од 25 ml до 5 l. Служи за подготвување, припремање и чување на хранливи подлоги. Мензурите и цилиндрите се користат за мерење на течности. Тоа се градуирани садови со волумен од 10 ml до 2 l.

**Подготовка на лабораториските садови за работа.** Лабораториските садови можат да се користат само доколку се добро измиени, суви и стерилни. Садовите кои претходно биле користени во бактериолошка работа, прво се стерилизираат во автоклав на 120°C, за време од 1 час. Потоа грубо се отстрануваат остатоците од подлогата или друг материјал кој се наоѓа во садовите по стерилизацијата. Потоа, садовите се потопуваат во ладна вода до следниот ден за да се одвојат сите остатоци од ѕидовите на садот. Садовите се мијат со топла и ладна вода, употребувајќи одредени средства. За миење на лабораториските садови се користат детерџенти, киселини или смеси од сулфурна киселина и калиумов бихромат. По миењето со тие раствори, садовите добро се плакнат во млека вода, за да не остане никаква трага од средствата за миење. Потоа, отворите на садовите се затвораат со хартија и се врзуваат со коноп. Пипетите и Петриевите плочи се ставаат во специјални метални кутии или се завиткуваат секоја посебно во хартија. Вака подготвените лабораториски садови се ставаат во сув стерилизатор и се стерилизираат. Стерилизацијата е постапка со која се уништуваат сите бактерии и нивните спори во одредена средина. Стерилизацијата се врши со физички методи (сува и влажна топлина) и употреба на хемиски средства (употребата на хемиските средства во лабораториски услови е многу ограничена).

## 2.6.2. Видови на микробиолошки подлоги

За култивирање на микроорганизмите, како и за нивна изолација и биохемиска, серолошка и биолошка идентификација се користат разни подлоги. Тие по својот состав мора да бидат такви да овозможат што подобри услови за живот и размножување на испитуваниот микроорганизам и истакнување на неговите карактеристични особености. Најважен составен дел на подлогите се:

- вода;
- пептон, кој претставува мешавина на протеини, пептиди, полипептиди и аминокиселини кои се добиваат со варење на мускулните влакна;
- крв или крвен серум;
- јагленохидрати кои се додаваат во форма на моно- и дисахариди, и служат како извор на јаглерод за микроорганизмите;
- ферментабилни супстанции;
- минерални соли;
- бои, индикатори, телесни течности, желатин и др.



Подлогите кои се користат за култивирање на бактериите се делат на разни начини. Тие можат да бидат течни, полутечни или цврсти. Исто така, можат да бидат едноставни или сложени, а се делат и според намената.

**Течни подлоги.** Од нив најчесто се користат хранливиот бујон и пептонската вода, сами или со додаток на јагленохидрати, серум, бои и индикатори.

**Цврсти подлоги.** Ова се подлоги на кои заради цврстина им се додава агар. Агарот се добива од морските алги. Составен е од полисахарид (галактан) со желатиозна конзистенција, кој во ладна вода бабри, а во врела вода потполно се топи. Агарот не е хранлив и се додава на хранливиот бујон, на кој му се додаваат и јагленохидрати, крв, серум и други супстанции. Ако тврдата подлога се стврдне во епрувета, во вид на цилиндар се добива длабок агар. Ако таквата подлога се стврдне во накосена епрувета, се добива кос агар. Во рутинска работа најмногу се користат следниве цврсти подлоги: ендо-агар, СС-агар, крвен агар, чоколаден агар, хранлив агар, длабок желатин, Лефлерова подлога, Левенштајн-Јенсенова подлога во вид на кос агар и други.

**Полуцврсти подлоги.** Ретко се користат за култивирање на микроорганизми. Најчесто се користат за определување на подвижноста на бактериите. Секогаш се во форма на длабок агар.

По својот состав подлогите можат да бидат едноставни и сложени.

**Едноставни подлоги.** Тоа се подлоги кои содржат една едноставна супстанција, со некои додатоци. Ретко се користат сами, а често со нивна помош се подготвуваат разни сложени подлоги. Поради тоа се нарекуваат основни подлоги. Меѓу нив најчесто се употребувани: хранливиот бујон, хранливиот агар, пептонската вода и коагулираниот серум.

**Сложени подлоги.** Овие подлоги, освен основните подлоги содржат и различни додатоци. Тие се делат на диференцијални, селективни и специјални подлоги.

**Диференцијалните подлоги** покрај основната подлога содржат и одредени супстанции чија задача е да ги истакнат карактеристичните особини на разните видови бактерии. За таа цел најчесто содржат различни ензими, оксидабилни супстанции и индикатори. Од овие подлоги најмногу се користат ендо-агарот, двојниот и тројниот шеќер, течните подлоги со јагленохидрати, подлогите со додаток на соли на разни метали, најчесто олово или железо. Меѓу диференцијалните подлоги може да се вброи и крвниот агар, бидејќи тој овозможува да се види способноста на бактериите да ги лизираат еритроцитите и да формираат зона на хемолиза.

**Селективните подлоги** покрај основната супстанција содржат и разни супстанции кои го стимулираат размножувањето на едни микроорганизми, а го спречуваат размножувањето на други. Покрај ова, селективните подлоги содржат и супстанции кои ги истакнуваат особеностите на одредени микроорганизми. Затоа, повеќето селективни подлоги се и диференцијални. Од цврстите селективни подлоги најчесто се употребуваат СС-агар, Левенштајн-Јенсеновата подлога и Вилсон-Блеровата подлога. Од течните селективни подлоги најчесто се користат Кауфман-Милеровиот тетрационатски бујон и селенит F-бујон.

**Посебни подлоги** се оние подлоги кои имаат посебна намена за култивирање на одредени видови бактерии, за утврдување на некои посебни особини на бактериите, или пак визуелизација на нивните поединечни делови.

**Сувите или дехидрирани подлоги** се оние на кои со посебна техника им е одземена целата вода и се наоѓаат во форма на прашоци. Од нив едноставно се подготвуваат подлоги за употреба со додавање на определено количество дестилирана вода. Според потребата се додава крв, серум или други состојќи.

**Стерилизација на подлогите.** Сите подлоги пред употреба мора да се стерилизираат, односно тие не треба да содржат живи организми. Затоа, тие се подготвуваат на асептичен начин, без да се контаминираат со микроорганизми, се ставаат во стерилни лабораториски садови и се стерилизираат. Најсигурна стерилизација се врши во автоклав, со водена пареа на температура над 100°C и зголемен притисок. Меѓутоа, има подлоги на кои таквата стерилизација им штети, па тие се стерилизираат на пареа што струи, на температура под 100°C и нормален притисок. Оние подлоги на кои им штети и таквиот третман се стерилизираат со фракциона стерилизација или со пастеризација.

### 2.6.3 Земање и праќање на материјал за бактериолошко испитување

Кога постои сомневање за некоја заразна болест, за точно поставување на дијагнозата се зема одреден материјал и се праќа на лабораториско испитување. При тоа, мора да се внимава да не дојде до ширење на заразната болест при манипулирање со материјалот. Ова важи не само при земањето на материјалот, туку и при неговиот транспорт.

Ако се работи за мрша од угинато животно, материјал се зема само на одредено место. Тоа место обично е обдукциона сала или добиточни гробишта. Материјалот се зема од страна на стручно лице. Лицето кое врши обдукција мора да има на себе заштитно одело и да има соодветна опрема за вршење обдукција и земање материјал за лабораториско испитување.

Од угинати животни за лабораториско испитување може да се пратат: внатрешни органи од угинати животни или нивни делови кога се работи за крупни животни, патолошко променети делови од органите, исцедоци од телесните празнини, содржина од органите за варење и друго. Важно е да се напомене дека кога се зема дел од орган, тогаш се зема од границата на здравото и патолошки променетото ткиво. Ако се во прашање мрши од мали животни, на пример живина, тогаш се праќа цела мрша. Ако мршите почнале да се распаѓаат, во тој случај како материјал за лабораториско испитување се зема некоја цевчеста коска.

Од болни животни или од сомнителни животни, најчесто за преглед се праќа: крв, млеко, мочка, измет, променети делови од кожата и друго. Од крупните животни, крв се зема од големата југуларна вена, со претходно потстрижување на влакната и дезинфекција на местото за пункција. Мочката најдобро е да се зема со катетар. Променетите делови од кожата се земаат со стругање.

Целиот материјал кој се зема за лабораториско испитување мора да биде прописно спакуван. Земениот материјал прво се става во стерилен стаклен сад, кој добро се затвора за да не се истече содржината. Стаклениот сад се изолира со хартиена вата и се става во поголема лимена кутија. На крај, лимената кутија се става во дрвена или појака картонска кутија која се полни со дрвени струготини.

При сомневање за вирусни болести, на пример, беснило, деловите од мозокот можат да се конзервираат во глицерин. Но овој начин на конзервирање не е погоден за сите вируси, па материјалот се праќа до лабораторија во термос садови со мраз.

Запакуваниот материјал треба што побрзо да се прати во лабораторија, најдобро преку курир. Ако материјалот се праќа преку пошта, на надворешната обвивка покрај адресата на примателот и на праќачот, треба да се нагласи дека се работи за заразен материјал. Со материјалот се праќа и пропратно писмо кое ги содржи сите неопходни анамнестички податоци, патолошко-анатомски наоди од обдукцијата и евентуално можната дијагноза.

## 2.6.4. Култивирање, биохемиско и серолошко испитување на бактериите

При култивирање на бактериите се извршуваат следните постапки:

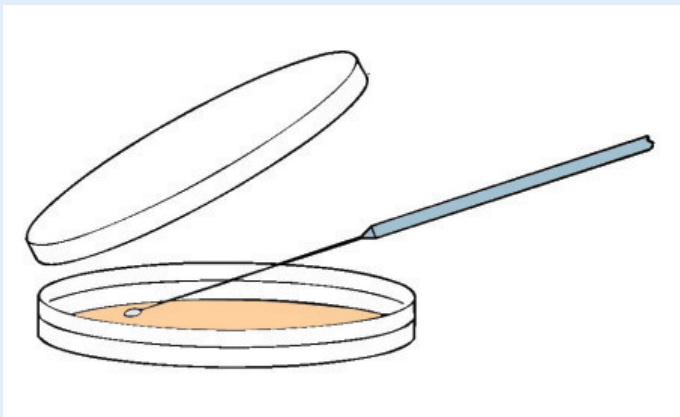
- избор на соодветна подлога;
- засејување на материјалот во кој очекуваме да изолираме некоја бактерија на хранливата подлога;
- инкубирање на засеаната подлога;
- подготвување на супкултура од пораснатите колонии;
- набљудување на културата на бактерии и регистрирање на нивните особености.

**Изборот на соодветна подлога** се врши врз основа на бактерискиот вид кој се очекува да израсне според клиничката дијагноза и материјалот кој е пратен за микробиолошко испитување.

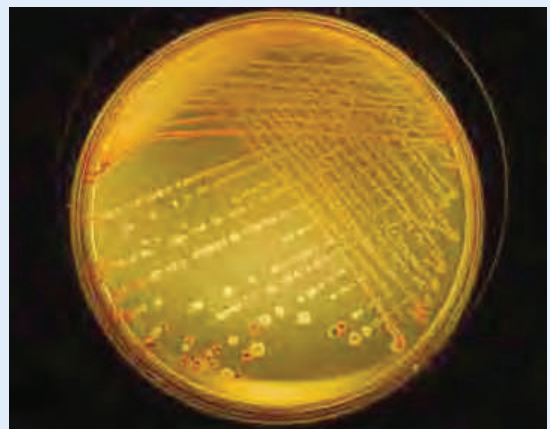
**Засејување или инокулирање на подлогата** значи пренесување на испитуваниот материјал или испитуваниот вид бактерии врз или во подлогата. Тоа треба да се прави стерилно за да не се внесат разни микроорганизми од околината. Контаминацијата на подлогата со микроорганизми од околината би го оневозможило или отежнало наоѓањето на онаа бактерија која треба да се култивира. Засејувањето на материјалот се врши со: микробиолошка еза, пипета, стерилна вата на дрвено стапче или жичка и друго.

**Инкубирање на засеаните подлоги** значи држење на подлогите одредено време на одредена температура. За таа цел се користи инкубатор (термостат) или водена бања. Температурата за инкубација најчесто изнесува 37°C, а инкубацијата трае 18-20 часа. Во зависност од видот на бактеријата, може да трае покусо или подолго време.

**Супкултивирањето на добиените култури** најчесто се прави за добивање на поголеми количества култура од испитуваниот бактериски вид. Се користат за понатамошни испитувања, подготвување на вакцини, добивање на екстракт од бактерии и друго.



Слика 18. Засејување на бактериски клетки на цврста хранлива подлога со помош на бактериолошка еза



Слика 19. Култура од бактериски клетки на цврста хранлива подлога

**Проучување на морфологијата на бактериските култури.** Пораснатите колонии најпрво се гледаат со голо око, а потоа и со лупа под мало зголемување. При тоа, се регистрираат формата, големината, бојата и другите карактеристики на колониите.

**Биохемиското испитување на бактериите** се користи за испитување на ензимските манифестации и чувствителноста на бактериите кон одредени супстанции, што може да послужи при идентификацијата и диференцирањето на одделни бактериски видови. Најчесто се испитуваат:

- односот на бактериите кон јагленохидратите хидрати: се испитува разградбата на глукозата, лактозата, сахарозата, малтозата, ксилозата, арабинозата, рамнозата, дулцитолот, манитолот, сорбитолот и инозитолот. Се испитува дали бактеријата ги разградува или не ги разградува одделните јагленохидрати, и ако ги разградува дали создава само киселини, или киселини и гас;
- односот кон протеинските супстанции: во практичната работа најмногу се користи докажувањето на растопувањето на желатинот, продукција на индол, продукција на  $H_2S$ , докажување на коагулација на плазмата, докажување на пептонизација на коагулираните серуми и млекото;
- односот кон амидите;
- активноста на редуктазите, пред сè, редукција на нитратите и разни бои;
- активноста на естеразата;
- активноста на оксидазата;
- хемолитичките особености;
- хромогеноста, односно дали некоја бактерија продуцира пигмент, и ако продуцира каква му е бојата;
- чувствителноста спрема разни агенси, најчесто се испитува отпорноста кон зголемена температура, зголемена концентрација на NaCl, pH- вредноста, спрема метиленското-сино и други анилински бои, спрема жолчката и други.

Со помош на **серолошкото испитување на бактериите** се утврдува постоењето на групни и типски специфични антигени, карактеристични за одделни видови бактерии. Тие испитувања се вршат со помош на групно-типски специфични дијагностички серуми со познати антитела. Најчести серолошки реакции кои се користат се: преципитација, имунодифузија, реакција за врзување на комплемент, имунофлуоресценција, ELISA и други.

### 2.6.5. Култивирање и биохемиско испитување на габите

За култивирање на габите најчесто се користат подлогите по Сабуро, сладен агар и Литманов агар. Квасниците можат да се култивираат и врз разни бактериолошки подлоги. Подлогите за култивирање на габи се ставаат во поголеми и широки епрувети во вид на накосен агар. Поретко се користат Петриевите плочи. Бидејќи повеќето габи бавно се размножуваат, заради заштита од контаминација, на подлогите често им се додаваат антибиотици. Подлогите се засејуваат со стерилна микробиолошка еза. Инкубацијата на засеаните подлоги се врши на собна температура (околу  $20^{\circ}C$ ), две до четири недели. Само квасниците пораснуваат за 2 до 5 дена. Израснатите колонии се испитуваат микроскопски, заради нивна идентификација и диференцијација. Габите при рутинска работа ретко се испитуваат биохемиски, освен некои квасници. Од биохемиските испитувања се користат: ферментација на јагленохидратите, одредување на асимилација на водородот, одредување на асимилација на азотот. Серолошко испитување на габите се врши многу ретко.

## 2.6.6. Култивирање и серолошко испитување на вируси, рикеции и хламидии

Вирусите можат да се размножуваат, па според тоа и да се култивираат само во живи клетки. Вирусите, рикециите и хламидиите можат да се култивираат во клетките на:

- чувствителните живи организми;
- деловите од ембрионираното јајце од кокошка;
- конзервираните ткива;
- култура од ткиво.

**Култивирање во клетките на чувствителни животни.** Разни вируси покажуваат афинитет спрема клетките на разни видови животни (биолошка селективност) и спрема клетките на различни животински ткива (хистолошка селективност). Од животни за култивирање на вируси најчесто се користат: глувци, стаорци, хрчаци, заморци а понекогаш и мајмуни. При култивирање на одделни групи вируси потребно е животните да бидат на одредена старост. Размножувањето на вирусите се гледа по промените кои ги прават на инокулираните ткива и клетки.

**Култивирање во клетки на делови од ембрионирано јајце од кокошка.** Ова култивирање се врши на разни делови од ембрионираното кокошкино јајце: хориоалантоис, жолчно кесе, амнион и неговите обвивки, или на самиот ембрион. За култивирање се користи кокошкино јајце оплодено пред 7 до 15 дена. Под асептични услови се прави дупче на претходно дезинфицираната лушпа на јајцето. Низ него со игла се внесува испитуваниот материјал во одреден простор. Потоа, јајцето се инкубира 48-72 часа на 37°C. По инкубацијата се вади лушпата на јајцето, со пинцета се зема делот на кој се инокулирал вирусот и се користи за понатамошни испитувања.

**Култивирање во клетки од конзервирани ткива.** Разните ткива, како белодробното, срцевото, бубрежното, туморозното, кои се добиваат од угинати животни, се ставаат во сложени течности кои одговараат на природните течности. Се додаваат антибиотици со цел да се спречи контаминацијата и да се продолжи одржливоста на ткивата. Клетките на тие ткива се инокулираат во испитуваниот материјал. Се инкубираат од 2-3 дена до неколку недели. Потоа се гледаат промените кои настанале со размножувањето на вирусите во клетките на ткивата. Тие промени се нарекуваат *цитопатоген ефект*. Разни групи вируси предизвикуваат различни промени.

**Култивирање во клетки на култура на ткиво.** Разни лози на клетки, како што се HeLa, Detroit 6, HEp, епителни клетки, фибробласти и други, се култивираат во сложени хранилишта. На тие хранилишта им се додаваат антибиотици поради спречување на загадувањето. Во хранилиштата клетките се размножуваат со формирање на тенок слој по внатрешните ѕидови на садот во кој се култивираат. Потоа во тие култури на ткива се инокулира вирусен материјал и се инкубираат. Ефектот од размножувањето на вирусите се гледа според цитопатогениот ефект кои тие го прават во инокулираните клетки.

Вирусите, рикециите и хламидиите серолошки се испитуваат со помош на флуоресцентни антители, поретко со други методи. Биохемиски не се испитуваат.

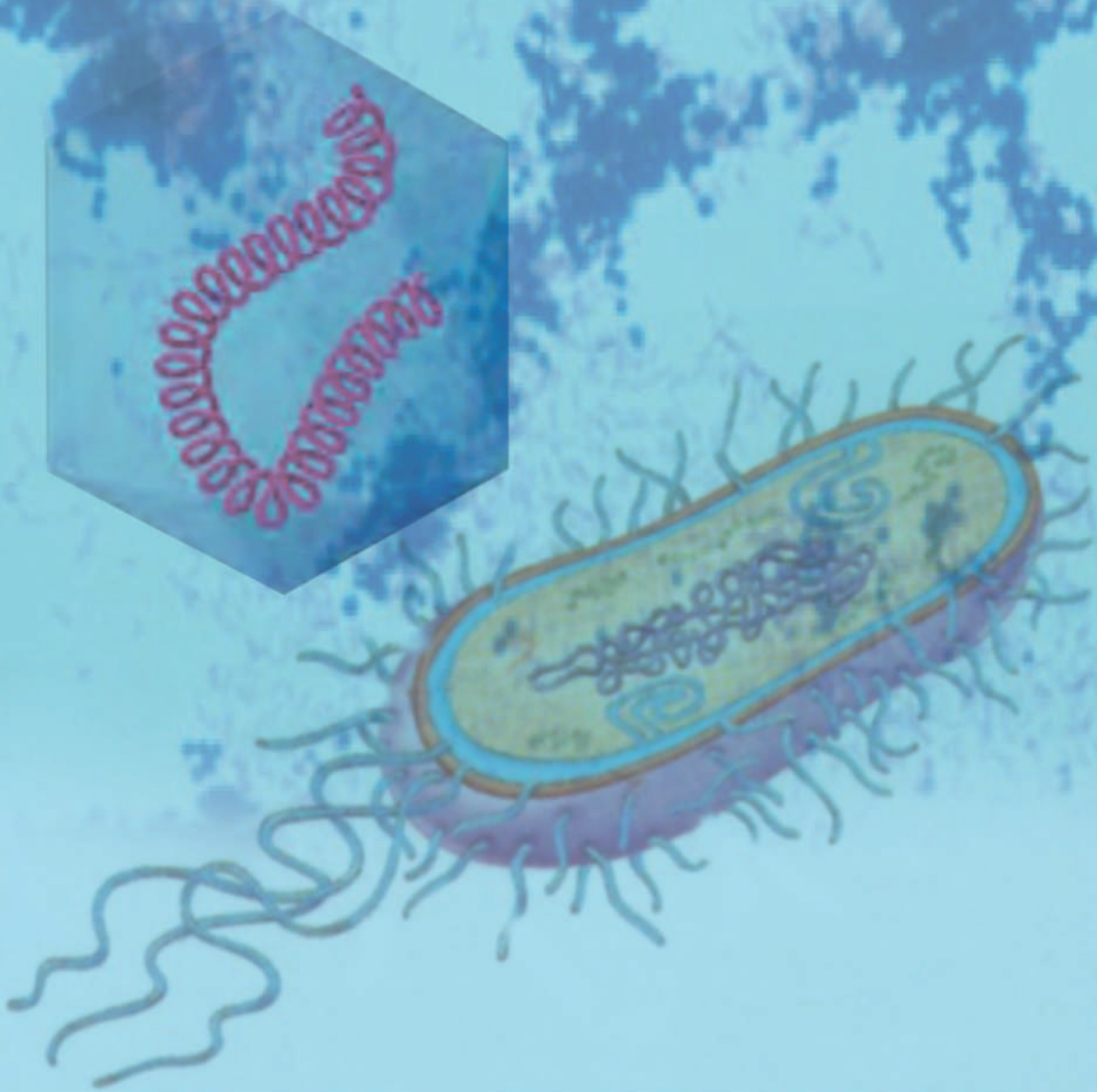


**ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема  
ХРАНЛИВИ ПОДЛОГИ ЗА РАСТ И РАЗВОЈ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ**

1. Што претставуваат хранливите подлоги кои се користат за култивирање на микроорганизмите?
2. Која е неопходната лабораториска опрема што треба да ја поседува една микробиолошка лабораторија?
3. Кои лабораториски садови се користат во микробиолошките лаборатории?
4. Како се подготвуваат лабораториските садови за работа?
5. Кои хранливи подлоги се користат за култивирање на бактериите?
6. Кои се составните компоненти на подлогите кои се користат за култивирање на микроорганизмите?
7. Набројте некои течни хранливи подлоги?
8. Како се подготвуваат цврстите хранливи подлоги?
9. Набројте некои најчесто употребувани цврсти хранливи подлоги?
10. Зошто се користат полуцврстите хранливи подлоги?
11. Како се делат подлогите според нивниот состав?
12. Како се делат сложените хранливи подлоги?
13. Како се стерилизираат хранливите подлоги пред употреба?
14. Како се зема и испраќа материјал за бактериолошко испитување?
15. Набројте ги постапките кои се вршат при култивирање на бактериите?
16. Што се чисти бактериски култури?
17. Како се култивираат вирусите, рикециите и хламидиите?

## ТЕМИ ЗА ПОТТИКНУВАЊЕ НА НАУЧНОТО РАЗМИСЛУВАЊЕ

1. Современи техники за одредување на хемиската градба на микроорганизмите и идентификација на микроорганизмите врз основа на биохемиската активност.
2. Користење на биохемиските особини на микроорганизмите за прочистување на отпадните води од прехранбената индустрија и фармите за животни.
3. Учество на микроорганизмите во кружењето на органската материја во природата.
4. Користење на биохемиските особини на микроорганизмите за производството на биогаз.
5. Користење на биохемиските особини на микроорганизмите во прехранбената индустрија.



**3. ВЛИЈАНИЕ НА ЕКОЛОШКИТЕ  
ФАКТОРИ ВРЗ МИКРООРГАНИЗМИТЕ**



## СОДЖИНА НА НАСТАВНАТА ТЕМА

### КЛАСИФИКАЦИЈА НА ЕКОЛОШКИТЕ ФАКТОРИ

Дејство на абиотичките фактори врз микроорганизмите  
Дејство на биотичките фактори врз микроорганизмите  
Антибиотици

### ЕКОЛОШКИ ФАКТОРИ КОИ ВЛИЈААТ ВРЗ ЖИВОТОТ И РАЗМНОЖУВАЊЕТО НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

## 3.1. КЛАСИФИКАЦИЈА НА ЕКОЛОШКИТЕ ФАКТОРИ

Средината во која живеат микроорганизмите има големо влијание врз нивната активност. Секоја промена на средината предизвикува промени во морфолошките и физиолошките особини на микроорганизмите. Меѓутоа, бактериите брзо се навикнуваат на промените во средината, и способни се да преживеат и поголеми варирања на условите, отколку растителните или животинските клетки. Под влијание на факторите од надворешната средина активностите на бактериите можат да бидат зголемени, намалени или прекинати. Факторите од надворешната средина кои влијаат на микроорганизмите се поделени на абиотички и биотички. Абиотичките фактори се физичко-хемиските влијанија, како што се температурата, сушењето, зрачењето и други. Биотичките фактори ги создаваат самите микроорганизми или се резултат на нивниот меѓусебен однос.

### 3.1.1. Дејство на абиотичките фактори врз микроорганизмите

Повеќето абиотички фактори ја намалуваат активноста на микроорганизмите и имаат големо значење во практичната микробиологија. Се користат за уништување на микробната популација. Од друга страна, со контролирана употреба на некои абиотички фактори можат да се менуваат некои особини на микроорганизмите и да се добијат мутантни соеви со изменети особини. На пример, со такви постапки од вирулентни патогени микроорганизми може да се добијат помалку патогени или апатогени соеви кои се употребуваат за добивање вакцини. Постојат многу физички и хемиски средства кои се штетни за микроорганизмите. Тие средства ги убиваат микроорганизмите, го спречуваат нивното размножување или на друг начин го попречуваат нивниот живот и раст. Сите тие средства имаат големо значење за медицината, бидејќи со нив можат вештачки да се уништат патогените видови и други микроорганизми кои се штетни за човекот и животните, и оние кои ги загадуваат и расипуваат прехранбените продукти. Примената на тие средства зависи од средината и условите каде треба да се применат, од видот на средството и неговата состојба, како и целната група на микроорганизми кои треба да се уништат. Постојат повеќе физичко-хемиски постапки кои имаат влијание врз микроорганизмите.

**Стерилизацијата** е процес при кои се уништуваат сите живи облици на микроорганизмите, како вегетативните облици, така и спорите. Средината или предметите кои се стерилни во микробиолошка смисла не содржат живи микроорганизми.

**Пастеризацијата** е постапка за уништување на најголем број патогени микроорганизми, но не сите, во млекото и млечните производи, како и во пијалочите добиени со ферментација (на пример, пивото и виното). Се состои во изложување на наведените прехранбени производи на температура од 63°C, за време од 30 минути, или на температура од 72°C, за време од 15 секунди. Пастеризираното млеко не е стерилно.

**Дезинфекцијата** е постапка при која се уништуваат главно вегетативните облици на патогените микроорганизми, додека спорите се уништуваат само во одредени случаи. Средствата кои се користат при таа постапка се нарекуваат дезинфекциони средства, и тие обично се хемиски средства.



**Антисептично средство** е исто што и дезинфекционо средство, само се употребува за средства кои ги инхибираат или ги убиваат микроорганизмите кои доаѓаат во допир со кожата или лигавиците на луѓето и животните.

**Асепса** претставува спречување на продирањето на патогените микроорганизми во организмот на животните и луѓето. Антисептичните средства делуваат така што ги убиваат патогените микроорганизми или го спречуваат нивното размножување, односно активност. Асепсата најмногу се користи како термин во ветеринарната медицина при користење на медицински инструменти и материјали, завои, гази и кога рацете на хирургот и целата опрема која се користи во хируршките интервенции е ослободена од живи микроорганизми.

**Санитацијата** е процес многу сличен на дезинфекцијата, со кој се намалува популацијата на микроорганизми во некоја средина до дозволено, нештетно ниво. За таа цел најчесто се употребуваат хемиски средства. Овој процес се применува за одржување на бактериолошката исправност на опремата во кланиците, млекарите и другите производни погони со што се спречува загадувањето и расипувањето на прехранбените продукти предизвикано од микроорганизми.

**Микробицидни средства** се оние средства кои ги убиваат вегетативните облици на микроорганизмите. Во зависност од тоа дали убиваат бактерии, габи или вируси, се нарекуваат бактерицидни, фунгицидни или вируцидни средства. Оние средства кои ги убиваат сите микроорганизми се нарекуваат гермицидни средства, а оние ги убиваат спорите се нарекуваат спороцидни средства.

**Микробиостатски средства** се оние кои не ги убиваат микроорганизмите, туку само го спречуваат нивното размножување. Поради тоа микроорганизмите постепено исчезнуваат од средината каде што се наоѓаат. Во зависност од тоа на кои микроорганизми делуваат, овие средства се делат на бактериостатски, фунгостатски или микостатски и виристатски средства.

### 3.1.1.1. Постапки на стерилизација

За стерилизација најчесто се користат физички методи: зголемени и снижени температури, сушење, суперсонични вибрации, осмотски притисок, ултравиолетови и јонизирачки зраци. Во средствата за стерилизација се вбројува и филтрацијата, но тоа, во суштина не е стерилизација, иако доведува до стерилност. Со филтрацијата не се убиваат микроорганизмите, туку само се отстрануваат од средините (течност, воздух). Изборот на начинот и средствата за стерилизација зависат од видот на материјалот што треба да се стерилизира.

**Стерилизација со топлина.** Зголемената температура или топлина, особено онаа над 100°C претставува најефикасно средство за стерилизација. Температурата на која угнуваат одредени видови микроорганизми се нарекува летална температура за тие микроорганизми. Таа температура зависи од многу фактори: количество на вода во бактериската клетка, рН вредноста на средината, присуството на протеини, видот на микроорганизми, времето на експозиција и други.

Леталната температура за микроорганизмите ќе биде дотолку пониска колку што има повеќе вода во бактериската клетка. Причина за тоа е што микроорганизмите во најголем дел се градени од протеини кои коагулираат на пониска температура кога содржат повеќе вода.

Леталната температура за повеќето микроорганизми е пониска кога се наоѓаат во алкална средина, отколку во неутрална или кисела. Поради тоа, потребно е во водата со која се врши стерилизација да се додаде некоја база, најдобро натриум бикарбонат.

Присуството на протеински материи на материјалите кои се стерилизираат со топлина, бара примена на повисоки летални температури, бидејќи протеините ги штитат микроорганизмите од високите температури. Затоа хируршките инструменти пред стерилизација со топлина треба да се исчистат од крв, гној и други нечистотии.

Нивото на леталната температура зависи и од видот на микроорганизмите, нивниот број и клеточна градба. Микроорганизмите кои имаат капсула и восочна обвивка се помалку чувствителни на топлина. Младите микроорганизми се почувствителни на топлина отколку постарите. Спорите се поотпорни на топлина отколку вегетативни форми на бактериите.

Времето на изложување на топлина има важно влијание на леталната температура. Повеќето бактерии умираат за 120 минути на температура од 47°C, за 18 минути умираат на температура од 50°C, а за 20 секунди умираат на температура од 59°C.

За стерилизација може да се користи сува и влажна топлина.

**Стерилизација со сува топлина** може да се врши со горење, жарење, подгорување и со жежок воздух.

**Горењето** е ефикасен начин за стерилизација, и се користи само за безвредни работи, како на пример, слама, завои, хартија, мрши на повисани животни.

**Жарењето** се врши со изложување на загадените предмети на директен пламен или друг извор на висока температура.

**Подгорувањето** е начин со кој не се уништуваат со сигурност сите микроорганизми. Се користи при лабораториска работа за стерилизација на ивиците од епруветите и површините на предметните стакленца, со нивно краткотрајно изложување на директен пламен.

**Употребата на жежок воздух** многу често се користи за стерилизација. Со негова помош се стерилизираат лабораториските садови, медицинските инструменти, и други предмети од метал и стакло. За стерилизација со жежок воздух постојат посебни апарати кои се нарекуваат суви стерилизатори. Имаат форма на метални шкафови или цилиндри, со двојни ѕидови и двокрилна или еднокрилна врата на предната страна. Во нив воздухот се загрева со електрични грејачи. На горната страна од стерилизаторот се наоѓа отвор во кој има топломер за регистрирање на температурата внатре во стерилизаторот. Кај некои типови на горната страна се наоѓа отвор за вентилација. Внатре има вентилатор кој овозможува подобро струење и циркулирање на топлиот воздух. Колку што температурата на воздухот во сувиот стерилизатор е пониска, толку времетраењето на стерилизацијата треба да биде подолго. За сигурна стерилизација со жежок воздух треба да се користат температури од 180°C, во времетраење од 30 минути, или 160°C, во текот на 200 минути. За предмети кои се оштетуваат на висока температура, се користи температура од 80-90°C, за време од 5 до 6 часа.

**Стерилизацијата со влажна топлина** продира побргу и полесно во материјалот кој што се стерилизира. Таа предизвикува побрза коагулација на протеините кај микроорганизмите. Поради тоа, влажната топлина ги убива сите микроорганизми побргу, одошто сувата топлина. Стерилизацијата со влажна топлина може да се врши со помош на влажна топлина под 100°C, влажна топлина од 100°C и влажна топлина под притисок над 100°C.

**Стерилизација со влажна топлина** под 100°C, се врши на два начини: пастеризација (споменета погоре во текстот) и тиндализација или фракциона стерилизација. Тиндализацијата се користи за стерилизација на материјали на кои им штетат повисоки температури од 56°C (крв, серум и други супстанции кои содржат протеини).

Принципот се состои во загревање на материјалот кој треба да се стерилизира во водена бања на температура од 56°C, за време од 30 минути. Потоа, материјалот се става во термостат на 37°C, 24 часа. За тој период 'ртат спорите на бактериите и поминуваат во вегетативни форми. Температурата од 56°C ги уништува вегетативните облици на бактериите. Оваа постапка се повторува уште два пати. Со тиндализацијата не се постигнува стерилизација. Причината е што спорите на анаеробните бактерии нема да из'ртат на 37°C, во аеробни услови.

**Стерилизацијата со влажна топлина** од 100°C, се врши на два начина: со вода од 100°C, односно варење и со пареа загреана на 100°C, која што струи. За стерилизацијата со варење се користи вода што врие, најдобро дестилирана вода без калциумови соли. Стерилизацијата со варење треба да трае најмалку 30 минути од почетокот на вриењето на водата, при што, се уништуваат сите вегетативни форми на бактерии, а ако варењето продолжи 4-5 часа, ќе се уништат и спорите на анаеробните бактерии. Користењето на пареа има ист ефект како и водата што врие, само што пареата побрзо и полесно продира во длабочината на материјалите кои се стерилизираат, и стерилизираниот материјал може веднаш да се користи. За вршење на стерилизација потребен е посебен апарат кој се вика Кохов лонец. Тој претставува цилиндричен сад со капак. На едната страна се наоѓа водомер, кој го покажува количеството на вода во лонецот, а на другата страна има термометар. Во лонецот, на 10-15 сантиметри од дното се наоѓа решетка. Нивото на водата во лонецот треба да биде малку под решетката. Водата се загрева со електричен грејач, пламеник на гас или друг извор на енергија. Врз решетката се става она што се стерилизира, и лонецот се затвора со капакот. Пареата која се крева од зовриената вода врши стерилизација. Стерилизацијата треба да трае од 30 минути до 1 час од времето кога се развива пареата, а термометарот треба да покажува 100°C.

**Стерилизацијата со пареа под притисок**, е најефикасна, најбрза и најсигурна метода за стерилизација. При зголемен притисок од 1,5 атмосфери, заситената водена пареа има температура од 112°C. При притисок од 2 атмосфери 120°C, а при 3 атмосфери 134°C. Таквата пареа под притисок многу брзо и лесно продира во материјалот што се стерилизира. За да се постигне целосен ефект, пареата мора да биде заситена, без присуство на воздух. Стерилизацијата со пареа под притисок се врши во специјални апарати кои се нарекуваат автоклави. Има различни модели и големини на автоклави. Најчесто се користи цилиндричниот автоклав. Изграден е од два зида, направени од материјал кој не 'рѓосува. Цилиндричниот лонец е затворен со метален капак кој херметички се затвора. На капакот се наоѓа манометар за мерење на притисокот и сигурносен вентил. Тој вентил го регулира притисокот на пареата внатре во лонецот. Од страната на автоклавот се наоѓа вентил за испуштање на воздухот пред почетокот на стерилизацијата, а истовремено служи за испуштање на пареата по завршената стерилизација. Од страната на автоклавот се наоѓа стаклена цевка на која се гледа нивото на водата и термометар за мерење на температурата на пареата во автоклавот. Заситената водена пареа во автоклавот на 112°C, за 90 минути ги убива сите вегетативни форми на бактерии и сите спори, на 120°C за 30 минути, и на 134°C за 10 минути се постигнува комплетна стерилност на материјалот.

**Стерилизација со зрачење.** Разните видови зрачења помалку се користат за стерилизација. Сите зрачења имаат изразено бактерицидно дејство. Најчесто за стерилизација во ветеринарната медицина се користат ултравиолетовите зраци, X-зраците, алфа, бета и гама зраците, катодните зраци и ултразвучните бранови.

УВ–зраците се едни од најважните природни стерилизанти, кои заедно со другите природни фактори имаат неповолно дејство врз микроорганизмите и играат значителна улога во контролата на микроорганизмите во околината (пасишта, дворови, реки, езера и друго). Освен природните, за стерилизација се користат и вештачки извори на УВ–зраци, какви што се живино-кварцните (микробицидни) сијалици. Микробициден ефект имаат зраците со бранова должина од 253,7 nm. Овие зраци немаат продорен ефект, и затоа делуваат само површински, заради што е потребно подолго време на експозиција кога се користат. Од тие причини се користат само за дезинфекција на рамни површини (сидови на ладилници, простории за преработка и чување на прехранбените производи), воздухот (микробиолошки лаборатории, операциони сали) и водата.

**Стерилизација со филтрација.** Овој процес не претставува стерилизација во целосна смисла на зборот. Со филтрацијата само се отстрануваат микроорганизмите од разните течности, но не се убиваат. Филтрацијата се користи за стерилизација на разни течности, серуми, течни протеински супстанции, хемикалии и други ингридиенции кои стерилизацијата на друг начин може да ги оштети. За филтрација се користат филтри со ситни пори низ кои не можат да поминат микроорганизмите. Но, филтрацијата не е просто механичко процедување. Покрај големината на порите на филтерот, голема улога има и адсорпционата моќ на филтерот, односно електричното напојување на честичките од кои е граден. За потиснување на течностите низ филтерот мора да се користи зголемен или намален притисок. Најчесто користени филтри се: Зајцовиот филтер од азбест и Чемберлендовиот филтер од порцелан.

### 3.1.1.2. Постапки на дезинфекција

Хемиската дезинфекција во пракса има најширока употреба, но сепак, идеално хемиско средство за дезинфекција нема. Затоа, при изборот на средството, мора да се имаат предвид видот на микроорганизмот и специфичноста на објектот кој треба да се дезинфицира, како и да се познаваат својствата на дезинфициенсот. Хемиското средство кое се користи за дезинфекција мора да исполнува одредени услови:

- да делува подеднакво добро во разни средини и услови;
- да има брз и силен микробициден ефект;
- да има широк спектар на дејство, односно да делува на што повеќе микроорганизми;
- да биде стабилно спрема физичките, хемиските и биолошките влијанија;
- да не биде токсично за животните и човекот;
- да нема резидуални својства;
- да нема силен и изразен мирис;
- да нема корозивно, нагризувачко својство;
- да биде добро растворливо во вода и подносливо во различни средини;
- да делува во што помала концентрација;
- лесно да продира во внатрешноста на микробната клетка;
- лесно да се распрскува и измива (во прехранбената индустрија);
- да ги апсорбира непријатните мириси, односно да бидат дезодоранси;
- да не биде скапо.

**Механизам на делување на дезинфекционите средства.** Механизмот на делување на средствата за дезинфекција е различен, во зависност од видот и неговите хемиски својства. Тој може да биде во вид на оксидативна реакција, хидролиза, создавање соли со протеините, коагулација на протеините во клетките, промена на пропустливоста на клеточната мембрана, уништување на ензимскиот систем, механичко оштетување и друго. Во принцип, сите овие механизми може да се поделат во три групи:

- реакција со протеините;
- оштетување на клеточните мембрани и
- реакции со нуклеинските киселини.

Со протеините реагираат алкохолите, дериватите на фенолот, детерџентите и тешките метали. Протеините во клетките се биокатализатори, односно делуваат како ензими. На тој начин, вклучени се во размената на материите. За делување на ензимите, освен хемискиот состав, влијание има и просторниот распоред на молекулите и атомите (конформацијата). Инактивацијата на ензимите се врши со нивна денатурација, односно со промена на просторниот распоред. Меѓутоа, хлорот на пример, предизвикува оксидативна инактивација на ензимите. Со оглед на фактот дека размената на материите во клетката е можна само со посредство на ензимите, нивната инактивација значи и смрт на микроорганизмот.

Оштетувањето на клеточната мембрана, најверојатно се случува заради реакцијата со протеините. Овој механизам особено е изразен кај детерџентите и дериватите на фенолот.

Реакцијата со нуклеинските киселини, ДНК и РНК, на пример, е важна за вируцидниот ефект на формалдехидот.

**Фактори кои влијаат на ефикасноста на дезинфекцијата.** Ефикасноста на дезинфекцијата зависи од повеќе фактори. Тие обично се делат во три групи: особини на микроорганизмите, особини на дезинфекционото средство и меѓусебната интеракција на дезинфициенсите и микроорганизмите.

**Особини на микроорганизмите.** Вегетативните форми кои имаат капсули или масна обвивка се поотпорни на сите дезинфициенси. Спорите се поотпорни на дезинфекционите средства. Бројот на микроорганизмите значително влијае врз ефикасноста на дезинфекционото средство, односно колку е поголем нивниот број, дезинфекцијата е потешка и побавна.

**Особини на дезинфициенсите.** Ефективноста на средството за дезинфекција зависи од концентрацијата, температурата на растворот, концентрацијата на водородните јони (pH) во средината, присуството на органска материја, како и од тврдоста на водата во која се раствора дезинфициенсот. Не помалку важно е познавањето на компатибилноста меѓу поедините групи на средствата за дезинфекција со средствата за перење (детерџентите). Зголемувањето на температурата на растворот за дезинфекција, речиси секогаш ја зголемува неговата ефикасност. Исклучок се хлорните препарати и јодофорите, за кои не се препорачува загревање.

**Фактори што влијаат во меѓусебната интеракција** на дезинфициенсот и микроорганизмите: органската материја (растурена храна, крв, гној, фекалии, простирка, перја, земја и друго) може да ги покрие микроорганизмите со што ги штити од контакт со дезинфициенсите. Понатаму, органската материја врзува значителни количества од растворот за дезинфекција, намалувајќи ја неговата концентрација. Освен тоа, таа може и целосно да го инактивира дејството на хемиското средство.



Особено осетливи на органска материја се хлорните препарати, јодофорите и КАС на кои во присуство на органска материја треба да им се зголеми концентрацијата. Наспроти нив, фенолите, дериватите на камениот јаглен и катранот, покажуваат добар дезинфекционен ефект и во присуство на органска материја.

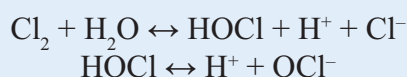
**Поделба на средствата за дезинфекција.** Постојат повеќе поделби на средствата за дезинфекција. Сепак, најчесто овие хемиски средства се делат на:

- халогени препарати (препарати на хлорот и јодот, чист хлор, хипохлорити, хлорамини, халани и јодофори);
- алдехиди – формалдехид;
- феноли и крезолни (фенол, крезол, креолин, крезолно-сулфурна мешавина);
- бази (натриум хидроксид, калиум хидроксид, натриум карбонат, лукшија);
- оксиданти (водороден пероксид, мравја киселина, озон);
- киселини (сулфурна, хлороводородна, млечна, лимунска, пероцетна);
- соли на тешките метали (бакар сулфат, сублимат);
- квартернерни амониумови соединенија – КАС и
- амфолитни сапуни.

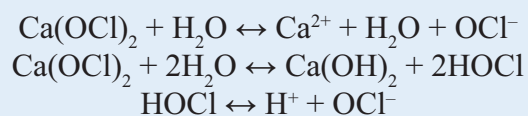
Познавањето на големиот број средства не е гаранција за успешна дезинфекција. Изборот на вистинското средство треба да се направи во зависност од видот на дезинфекцијата, како и од видот и карактеристиките на објектот кој треба да се дезинфицира. Можеби не треба да биде пресудно, но пожелно е да се земе предвид и економскиот момент. Но, секогаш на ум треба да се има фактот дека секое средство за дезинфекција е онолку добро колку ние ќе се придржуваме до препораките на производителот. Никако не смее да се импровизира.

**Халогени препарати.** Халогените препарати ги сочинуваат халогените елементи F, Cl, Br и J и нивните соединенија. Заради големата токсичност на F и Br, овие елементи не се користат за дезинфекција, наспроти Cl и J кои имаат силно антимицробно дејство. Дезинфекцискиот ефект на овие елементи се базира на оксидационото дејството како чисти елементи или преку нивните киселини, хипохлореста и хипојодеста.

**Хлор.** Хлорот (Cl<sub>2</sub>) во гасовита форма има жолтеникаво-зелена боја и на пазарот доаѓа спакуван во боци. Има силно бактерицидно дејство, но негативни особини се неговата токсичност, ги нагризува металите и ги обелува материјалите кои се дезинфицираат. Активниот хлор е мерка за неговиот оксидационен капацитет. Одредувањето на активниот хлор на лицата кои треба да извршат дезинфекција им овозможува да дознаат колку хлор во препаратот може да биде достапен за исполување на гермицидниот ефект. Ова е особено важно ако се знае дека со тек на времето се намалува активниот хлор во хлорниот препарат. Органските материи и алкалната реакција ја намалуваат активноста на хлорот, а киселата реакција ја зголемува. Хлорот се користи за дезинфекција на водата за пиење (хлорирање на водата). Механизмот на дејство на чистиот хлор при хлорирање на водата е следниот:



Дејството на сите хлорни препарати се одвива со истиот механизам. Како пример ќе ја земеме хлорната вар, која хемиски е калциум хипохлорит [Ca(OCl)<sub>2</sub>].



Дисоцијацијата на хипохлорестата киселина зависи од рН на средината, при што со зголемување на рН вредноста се намалува дезинфекциониот ефект, и обратно. Гермициден ефект имаат и HOCl и OCl<sup>-</sup>. Всушност, дејството на хлорот врз микроорганизмите се базира на делувањето врз нивниот метаболизам, односно врз нивното дишење. Се смета дека од HOCl се ослободува насцентен кислород, кој во допир со клеточната протоплазма ги уништува микроорганизмите. Според друга претпоставка, хлорот ги уништува микроорганизмите при спојување со протеините од клеточната мембрана, нарушувајќи го клеточниот метаболизам. Се смета и дека може да хлорот влијае на пропустливоста на клеточната мембрана, или пак доведува до нејзино механичко оштетување.

**Хипохлорити.** Хипохлоритите се хлорни соединенија кои имаат одредено количество на активен хлор. Имаат силен гермициден ефект, со широк спектар на микроорганизми. Поседуваат и дезодорантни својства, а во препорачаните концентрации не се токсични за човекот. Немаат токсични остатоци. Безбојни се и не ги бојосуваат третираните површини. Едноставни се за употреба и релативно ефтини. На пазарот доаѓаат во форма на прав (калциум-, калиум- и литиум хипохлорит во комбинација со тринатриум фосфат), или течност (калциум- и калиум хипохлорит). Содржината на активен хлор изнесува за калциум хипохлоритот 65%, калиум хипохлоритот 10–12% и на литиум хипохлоритот 35%.

**Хлорамини.** Хлорамините се непостојани соединенија на хлорот со разни амини. Во вид на таблети се користат за дезинфекција на водата за пиење.

**Јод и соединенија на јодот.** Елементарниот јод слабо се раствора во вода, а добро во раствор на калиум јодид (KJ), или како уште се нарекува Луголов раствор, потоа во алкохол и етер. Растворите на јод и јодидите, во форма на препарати со елементарен јод или калиумов и натриумов јодид во вода, етил алкохол, глицерин или нивна мешавина, претставуваат најкарактеристични дезинфициенси кои се користат во хуманата и ветеринарната медицина. Може да се поделат во 4 групи:

- стандарден раствор на јод во вода (содржи 2% J и 2,4% NaJ);
- силен раствор на јод во вода (Луголов раствор) (содржи 5% J и 10% KJ);
- тинктура на јод (содржи 0,2% J и 2,4 NaJ во разреден етил алкохол со вода во однос 1:1);
- силна тинктура на јод (содржи 7% J и 5% KJ во 95% етил алкохол).

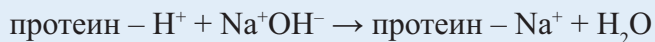
Овие раствори, заради високата содржина на слободен молекуларен јод претставуваат силни дезинфициенси. Недостаток им е што ги бојосуваат третираните површините и што понекогаш може да ја иритираат кожата.

**Јодофорите** се анјонски, нејонски или неутрални комплекси на јод или тријодид со носач (неутрални полимери, најчесто е тоа поливинил пирролидинон, потоа квартални соединенија, поливинилен алкохол, полиетарски гликол, полисахариди и други). Тие ја зголемуваат растворливоста, обезбедуваат долгорочни депоа на јод, урамнотежено ја намалуваат содржината на слободниот молекуларен јод, и ја отстрануваат бојата.

**Алдехиди.** Алдехидите се класични дезинфициенси и конзерванси. За дезинфекција се користат формалдехидот (формалинот), глутаралдехидот и глиоксалот. Најпознат и најчесто употребуван е формалдехидот. На собна температура е во гасовите состојба, малку потежок од воздухот. На  $-21^{\circ}\text{C}$  се згуснува во воденеста жолта течност. Растворен, особено ако не е чист, може да полимеризира и да биде експлозивен. Формалинот претставува 35–45% раствор на формалдехид во вода. Во гасовите состојба е токсичен, при што, ги дразни лигавиците на органите за дишење и очите, на кожата прави иритација и егземи, а може да се јават и алергиски реакции. Формалдехидот и неговите соединенија имаат широк микробициден ефект на Грам (+) бактерии, Грам (-) бактерии, микобактерии, спори на бацилите и клостридиите, како и на вирусите. Малку послабо делуваат на габите и квасниците. Формалинските пари кои се користат за дезинфекција на простории, во практични услови се добиваат со мешање на два дела на 35% формалин со три делови на вода во порцелански сад. Освен тоа, формалинот се користи и за дезинфекција на алишта.

**Фенол.** Фенолот или карболна киселина е силен протоплазматски отров. Во клетките продира многу добро, откако претходно ќе се адсорбира на нејзината површина при што ги раствора липидите. Во протоплазмата се врзува со белковините и ензимите, вршејќи нивна инактивација. Има добро бактерицидно и бактериостатско дејство, во зависност од концентрацијата и односот. На микобактериите делува само во високи концентрации. Активноста на фенолот се зголемува со воведување на нови групи во неговиот прстен (хемиска конфигурација). Така, се добиваат метилфеноли, орто-, мета- и паракрезолои, како и халогенирани феноли.

**Бази.** Базите претставуваат класични дезинфициенси. Во ветеринарната медицина се користат за дезинфекција на шталите, во дезинфекционите бариери на влез во фармите, посебно кога се во прашање болестите причинети од вируси. Голема мана им е големата корозивност, при што, го оштетуваат металот, текстилот, синтетските материјали. Најчесто се користат  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , негасената вар ( $\text{CaO}$ ), гасената вар [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ] и пепелот (лукшијата). Имаат добро изразено длабинско дејство. Добро ги раствораат протеините и нечистотијата со помош на хидролиза, бабрење и сапонификација. Микроорганизмите ги уништуваат на тој начин што вишокот хидроксилни јони реагира со киселите групи на аминокиселините, пептидите и масните киселини, при што, се создаваат комплекси со натриумот кои се инактивни:



Базите делуваат неповолно врз многу микроорганизми. Најотпорни на базите се спорите и микобактериите. Многу добар ефект имаат на вирусите, посебно оние со обвивка. Токсични се за животните и луѓето, имаат длабоко корозивно дејство врз кожата, и воопшто ткивата.

**Варното млеко** се добива со мешање на 1 дел гасена вар и 3 дела вода. Со варосување на сидовите не се врши уништување, туку само фиксација на микроорганизмите. Во комбинација со 1–2%  $\text{NaOH}$  или 3% формалин, се добива ефикасен препарат за дезинфекција.

**Оксиданти.** Најчесто употребувани оксидантни дезинфициенси се водородниот пероксид, пероцетната киселина и озонот.

**Водороден пероксид** ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Тоа е безбоен раствор кој е многу нестабилен на светло, топлина и во алкална средина, кога се разградува на  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{O}_2$ . Затоа треба да се чува на ладно и темно место во стаклени или пластични шишиња. Во концентрација од 3% има слаб ефект и служи за дезинфекција на рани на кожата.

Ефектот му е подобар при концентрација од 6%, особено во уништувањето на бактериските спори, габи и вируси. Слабо е токсичен. Во раните, особено ако има крв и гној, бидејќи е присутна каталазата,  $H_2O_2$  во допир со неа бурно се разградува ослободувајќи пена. Ова особина е добра, особено на пример, при испирање на ушниот канал со 3% раствор, бидејќи на тој начин излегува нечистотијата на површина. Го има во млекото при што го штити од расипување.

**Пероцетна киселина** ( $CH_3COOOH$ ). Наменета е претежно за дезинфекција на медицинските инструменти. Има широк спектар на дејство врз бактериите и габите, а посебно изразено на вирусите. Спороцидно дејство има и при многу ниски температури. Ефективна е и во присуство на органска материја. Не ги оштетува дрвото, хартијата, гумата, стаклото, порцеланот, синтетските материи, текстилот, чистиот алуминиум и челикот. Негативна страна е големата корозивност, запаливост и експлозивност. Ги нагризува железото, цинкот, бакарот, па дури и бетонот.

**Озон** ( $O_3$ ). Озонот има дезинфициентни и стерилизантни својства. Претставува алотропска модификација на кислородот. Многу е нестабилен во гасовита состојба па затоа не може да се складира туку се произведува по потреба од генератор, непосредно пред употреба. Може да се користи за дезинфекција на водата за пиење. Се користи во фармацевтската индустрија за стерилизација на чиста вода.

**Киселини**. Киселините се користат како дезинфициенси и конзерванси. Нивниот бактерициден ефект зависи од способноста за дисоцијација, и присуството на слободни  $H^+$  јони. Неорганските киселини дисоцираат и до 90% во растворите, реагирајќи интензивно и иреверзибилно.

**Неоргански киселини**. Од неорганските киселини во ветеринарната медицина најчесто се користат хлороводородната и сулфурната киселина. Имаат изразено корозивно дејство и затоа не се користат многу во праксата. Потребна е голема претпазливост при работа со нив бидејќи се токсични, особено ако се проголтаат, кога се фатални. Нивните пари имаат корозивно дејство на лигавиците на очите и органите за дишење, а во директен контакт, длабоко корозивно дејство на ткивата (кожата).

**Органските киселини** реагираат послабо и не се многу корозивни. Во ветеринарната медицина од органските киселини се користи млечната киселина за дезинфекција на воздухот во присуство на животни и во кланиците. Има моментален бактерициден и продолжен бактериостатски ефект со продолжено траење на месото.

**Површински активни материи** (ПАМ). Оваа група на дезинфициенси ја сочинуваат препарати чија заедничка карактеристика им е да го намалуваат површинскиот напон. Уште се нарекуваат и тензиди. Имаат својство на влажнење, емулгирање и перење на површините. Некои од нив имаат и добро бактерицидно дејство. Овие соединенија може да бидат јонски и нејонски површински активни соединенија, во зависност од тоа дали во допир со водата дисоцираат во јони. Механизмот на делување на површински активните материи се базира на содржината на нерастворлив синцир, хидрофобен дел на молекулот на кој се надоврзуваат хидрофилните групи, кои потоа доведуваат до растворање на тие соединенија. Хидрофобниот дел е носител на специфичните карактеристики на соединението, а хидрофилните групи се носители на реакциите кои настануваат во водените раствори. Површински активните материи можат да се поделат во четири групи:

- **анјонски ПАМ**, тоа се сапуни - претставуваат соли на Na и K со вишите масни кислеини;
- **катјонски ПАМ**, најизразени бактерицидни својства од оваа група имаат квартерните амониумови соединенија (КАС);
- **амфотерни ПАМ**, тоа се амфолитни сапуни кои претставуваат група на дезинфициенси кои содржат најмалку една катјонска и една анјонска хидрофилна група. Поседуваат добри бактерицидни својства. Механизмот на нивното дејство се заснова на инактивирањето на бактериските ензими, денатурацијата на протеините и деструкцијата на клеточната мембрана.
- **нејонски ПАМ**, ја сочинуваат групата на хемиски соединенија кои практично немаат бактерицидни својства (полигликолетар, полиамини).

**Алкохоли.** Употребата на алкохолите во дезинфекцијата на објектите, површините, опремата и алатот, како и за дезинфекција на санитарните елементи е многу ограничена. Алкохолите, особено етил алкохолот, се користат за дезинфекција во хирургијата. Механизмот на дејство на алкохолите во уништувањето на микроорганизмите се заснова на неговата способност да ги коагулира протеините и да се раствора во липоидите на бактериите.

**Соли на тешки метали.** Солите на живата, среброто и бакарот се посебно активни против микроорганизмите. Живиниот хлорид во 0,1% воден раствор има бактериостатско дејство. Сребро нитратот има бактерицидно дејство. Солите на бакарот се помалку активни, ама се ефикасни за уништување на алгите и другите микроорганизми кои содржат хлорофил.

### 3.1.2. Дејство на биотичките фактори врз микроорганизмите

Микроорганизмите се составен дел на биоценозата. Односот помеѓу растенијата, животните и микроорганизмите е важен за одржување на животот на Земјата. Тие меѓусобно може да си помагаат и надополнуваат, или да делуваат антагонистички, создавајќи биолошка рамнотежа и услови на постојана борба за опстанок.

**Антагонизам** е појава при која одредена популација на микроорганизми потиснува или уништува друга популација микроорганизми, најчесто со помош на своите продукти на метаболизмот. Некои од тие метаболити се користат како антибиотици. Денес се познати многу примери на антагонизам помеѓу микроорганизмите. Така, гнилежните микроорганизми го спречуваат размножувањето на *Bacillus anthracis*. Млечно-киселинските бактерии делуваат антагонистички на патогената цревна микрофлора. Денес е утврдено дека антагонизам постои и во рамките на еден ист вид микроорганизми, на пример, помеѓу патогените и непатогените соеви, или се појавува антагонизам и во рамките на самите соеви на микроорганизми.

**Симбиоза** претставува заемно корисен однос помеѓу микроорганизмите од различни видови. Тие подобро се развиваат заедно, отколку кога се одвоени. Во некои случаи тој однос е толку развиен, што организмите ја губат способноста за одвоен живот. Постојат многу примери за симбиоза. Меѓу микроорганизмите кои живеат во преджелудниците на преживните животни се наоѓаат и оние кои ја разложуваат целулозата. Преживните животни немаат сопствени ензими за разложување на целулозата, па ги користат производите од микробното разложување. Како противуслуга, преживните животни во бурагот обезбедуваат поволни услови за раст и размножување на тие микроорганизми (соодветна температура, хранливи материи и анаеробни услови).



**Коменсализам** е однос во кој еден микроорганизам има корист од заедничкото живеење со друг микроорганизам, кој пак нема ниту штета ниту корист од таквиот заеднички живот. Некои микроорганизми не се во состојба да користат одредени хранливи материи кои се наоѓаат во нивната средина, Ако во таа средина има други микроорганизми кои ги разградуваат тие хранливи материи се создаваат нови соединенија кои може да ги искористи првата група микроорганизми. Втората група микроорганизми од ова нема ниту штета, ниту корист.

**Синергизам** претставува појава на зголемени физиолошки активности на здружените микробни популации.

### 3.1.3. Антибиотици

Антибиотиците се супстанции кои ги синтетизираат и лачат некои микроорганизми. Тие го спречуваат растењето и развојот на другите микроорганизми. Терминот „антибиоза“ прв го употребил Вилемин во 1889 година, а терминот „антибиотици“ Ваксман во 1945, со тоа означувајќи хемиски супстанции кои имаат антимикробно дејство.

Ерата на антибиотиците започнала со работата на Александар Флеминг, кој 1929 година го открил антагонистичкото делување на габата *Penicillium notatum* врз културата на *Staphylococcus aureus*. Во 1940 година Чејн и Флори ја прочистиле и испитале супстанцијата добиена од оваа габа, а Флеминг и го дал името *пеницилин*. Ваксман во 1944 година од габата *Streptomyces griseus* издвоил супстанција која покажувала активност против многу Грам (+) и Грам (-) микроорганизми, и ја нарекол стрептомицин. Особено било важно дејството на стрептомициноот против причинителот на туберкулозата. Од тогаш до денес, издвоени се стотици супстанции од култури на микроорганизми, кои имаат антимикробно делување.

Денес антибиотиците претставуваат индустриски производи. Се добиваат од одбрани, активни соеви на габи, актиномицети или бактерии, кои се култивираат во хранливи средини со одреден состав, специфичен за различни видови микроорганизми. По одредено време потребно за култивирање на одбраните соеви микроорганизми, антибиотиците се екстрахираат, прочистуваат, концентрираат и им се испитува антимикробната активност.

Принципот на антимикробно дејство на антибиотиците е различен. Тие ја спречуваат синтезата на пептидоглюканите во клеточниот ѕид, ја оштетуваат клеточната мембрана, ја спречуваат синтезата на протеините, ја попречуваат функцијата на нуклеинските киселини. Резултатот на овие дејства може да биде бактериостатски или бактерициден.

**Инхибитори на синтезата на пептидоглюканите.** Пептидоглюканите учествуваат во градбата на клеточниот ѕид на бактериската клетка. Доколку тие не се синтетизираат, тогаш не се формира клеточен ѕид и бактериската клетка се распаѓа. Антибиотиците од оваа група покажуваат бактерицидно и бактериостатско дејство. Дејството на оваа група антибиотици посебно е насочено кон Грам (+) микроорганизми. Во оваа група спаѓаат: пеницилиноот, ванкомициноот, бацитрациноот, циклосеринот, цефалоспорините и други.

**Антибиотици кои ја оштетуваат клеточната мембрана.** Од бакетриите од родот *Bacillus* изолирани се повеќе антагонистички супстанции кои делуваат бактерицидно бидејќи ја оштетуваат клеточната мембрана и ја нарушуваат нејзината пропустливост.

**Инхибитори на синтезата на протеините.** Многу антибиотици ја спречуваат биосинтезата на протеините во прокариотските клетки. Меѓу нив најмногу се употребуваат антибиотиците од групата на аминокликозиди, тетрациклини, хлорамфениколи и макролидните антибиотици.

**Инхибитори на функцијата на нуклеинските киселини.** Нивната активност се должи на инхибицијата на транскрипцијата и репликацијата на ДНК, интеракција со полимеразите кои учествуваат во транскрипцијата и репликацијата и други механизми на делување.

Резистентност кон антибиотиците претставува појава на отпорност на микроорганизмите спрема тие препарати при нивна прекумерна употреба во клиничката практика. Резистенцијата кон антибиотиците претставува стекната отпорност како резултат на генотипски промени кои се одржуваат во популацијата на микроорганизми и без присуство на таа супстанција. Генотипските промени можат да настанат на два начини: со мутација, односно промена во клеточните компоненти и со пренесување на плазмидите. Плазмидите претставуваат дополнителни молекули на ДНК кои носат информација за резистентност кон одредена група на антибиотици. Преку нив, во друга бактериска клетка се внесуваат нови гени.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема КЛАСИФИКАЦИЈА НА ЕКОЛОШКИТЕ ФАКТОРИ

1. Како се делат факторите од надворешната средина кои влијаат врз микроорганизмите?
2. Кои се абиотички фактори?
3. Кои се биотички фактори?
4. Што претставува стерилизацијата?
5. Што претставува пастеризацијата?
6. Што претставува дезинфекцијата?
7. Што претставува санитацијата?
8. Кои се микробицидни, а кои микробиостатски средства?
9. Кои се постапки на стерилизација?
10. Како се користи сувата топлина за стерилизација?
11. Како се користи влажната топлина за стерилизација?
12. Кои услови треба да ги исполнува едно дезинфекционо средство?
13. Кои се механизмите на штетно делување на дезинфекционите средства врз микроорганизмите?
14. Од кои фактори зависи ефикасноста на дезинфекционите средства?
15. Како се делат хемиските дезинфекциони средства?
16. Кои се халогени препарати за дезинфекција и како делуваат врз микроорганизмите?
17. Кои соединенија на јодот се користат во дезинфекцијата?
18. Што се алдехиди?
19. Како делува фенолот како дезинфекционо средство врз микроорганизмите?
20. Што се површински активни материи?
21. Што е антагонизам?
22. Што е симбиоза?
23. Што е коменсализам?
24. Што се антибиотици?
25. Како се делат антибиотиците врз основа на антимицробното дејство?
26. Што претставува резистенцијата на микроорганизмите спрема антибиотиците?

## 3.2. ЕКОЛОШКИ ФАКТОРИ КОИ ВЛИЈААТ ВРЗ ЖИВОТОТ И РАЗМНОЖУВАЊЕТО НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

Микроорганизмите се размножуваат многу брзо во споредба со размножувањето на повисоко организирани живи суштества. Поради тоа, од клетката на еден микроорганизам за кратко време настанува популација од неколку милиони или билиони клетки од истиот микроорганизам. Временскиот интервал од една клетка да настане нова клетка се нарекува време на една генерација. Тој интервал кај различни видови на микроорганизми трае различно, просечно од неколку минути до дваесеттина и повеќе часови.

Брзината на размножувањето на микроорганизмите е постојана само во одредени услови специфични за одделни видови. Постојат цела низа физички, хемиски и биолошки фактори кои влијаат врз животот и растењето, а со тоа и врз размножувањето на микроорганизмите. Најважни меѓу тие фактори се: водата, храната, температурата, кислородот, осмотскиот притисок, концентрацијата на  $H^+$  и  $OH^-$  јоните, површинскиот напон и различните инхибиторни супстанции.

**Вода.** На секоја жива клетка за вршење на основните животни функции и е потребна вода. Улогата на водата во клетката на микроорганизмите е повеќекратна. Таа им служи како најважен извор на  $H^+$  и  $OH^-$  јони, за одржување на тургорот, физичко-хемиската состојба на нивната цитоплазма и како дисперзионо средство во кое се одвиваат сите физичко-хемиски активности на клетката. Водата на клетката и овозможува осмотрофична исхрана и примање на храна, како и исфрлање на отпадните продукти од клеточниот метаболизам. Количеството вода во околината на микробната клетка е важно за одржување на осмотскиот притисок. Микроорганизмите без вода можат да преживеат извесно време, не но можат да се размножуваат. Затоа, сушењето на хранливите продукти претставува начин за нивно конзервирање и долготрајно чување. Со исушување на средината во која се наоѓаат микроорганизмите настануваат услови во кои тие не можат да се размножуваат: се создаваат зголемени концентрации на осмотски активните супстанции кои ја забрзуваат дехидрацијата на микробната клетка. Вегетативните облици на бактериите се многу чувствителни на исушување, додека спорите се многу отпорни. Ако се примена на специјални постапки микроорганизмите брзо се замрзнат и исушат, тогаш тие не претрпуваат значајни оштетувања. Таа постапка се нарекува *лиофилизација* и се користи во лабораториски услови за чување на бактериските култури. Оваа постапка се користи за чување и на други биолошки препарати, на пример, вакцини, антибиотици, серуми и слично.

**Храна.** Микроорганизмите секогаш мора да располагаат со доволни количества храна и определени супстанции во неа, за да можат непречено да се размножуваат. Ако микроорганизмите имаат на располагање прекумерни количества храна, тогаш тие енорно се размножуваат, лачат инхибиторни супстанции кои го стопираат нивниот раст и размножување. Затоа, само доволни количества храна со потребните материи во неа го стимулираат и забрзуваат растот и размножувањето на микроорганизмите.

**Температура.** Температурата претставува еден од најважните фактори кои влијаат врз размножувањето и преживувањето на микроорганизмите. Сите животни манифестации на микроорганизмите најдобро се исполнуваат при оптимална температура на нивната средина. Ако температурата на средината се спушти под, или се искачи над оптималната, доаѓа до намалување на активноста на микроорганизмите и забавување на нивното размножување. Кога температурата ќе ја достигне критичната вредност, размножувањето на микроорганизмите престанува, а ако и понатаму температурата се намалува или зголемува доаѓа до угинување на микроорганизмите. Најниската температура на која одредени видови на микроорганизми сè уште можат да живеат се нарекува минимална температура, највисоката се нарекува максимална температура, а температурата на која микроорганизмите покажуваат најголема активност се нарекува оптимална температура. Оптималната, минималната и максималната температурна граница за различни микроорганизми е различна, па врз таа основа сите микроорганизми се делат на:

- **психрофилни микроорганизми** - оптимална температура за нив е 10-20°C, минимална 0°C, а максимална до 30°C;
- **термофилни микроорганизми** - оптималната температура се движи меѓу 60-65°C, минималната 40-50°C, а максималната 80°C. Со еден збор, микроорганизмите кои преживуваат температури над 50°C се нарекуваат терморезистентни микроорганизми;
- **мезофилни микроорганизми** - во оваа група спаѓаат микроорганизми чија оптимална температура изнесува 35-37°C, минималната од 5-25°C, а максималната 40-45°C.

Температурата на средината над горенаведените граници, во која се наоѓаат микроорганизмите е штетна за нив и ги уништува. Вегетативните облици на микроорганизмите се поосетливи према топлината, додека спорите се значително поотпорни. На пример, влажната топлина од 55-65°C ги инактивира вегетативните облици на бактериите за 5 до 10 минути, додека за уништување на нивните спори потребна е многу повисока температура од 120°C, во времетраење од 15 минути или повеќе.

Температури пониски од 0°C, односно температурата на смрзнување на водата, на организмите делуваат бактериостатски, а во одредени случаи и бактерицидно. Затоа смрзнувањето се користи за одржување на микроорганизмите и за спречување на нивното размножување во прехранбените производи, а со тоа и продолжување на одржливоста на тие производи. Ако микроорганизмите се чуваат замрзнати, тогаш тоа мора да биде на многу ниски температури. Обично се користат температури од -70°C (на сув мраз), до -195°C (течен азот).

**Кислород.** Врз основа на односот на микроорганизмите кон кислородот, сите микроорганизми се поделени на аеробни, задолжително и факултативно анаеробни и микроаерофилни. Аеробните микроорганизми се најактивни кога на располагање имаат доволни количества кислород. Задолжително анаеробните микроорганизми не можат да живеат и во најмало присуство на кислород, со исклучок на оние кои во услови на кислород формираат спори. Факултативно анаеробните микроорганизми успеваат и во услови без кислород и во услови кога има присуство на кислород. Микроаерофилните најдобро успеваат кога количеството на кислород во нивната средина е намалено.

**Осмотски притисок.** Осмотскиот притисок е од пресудно значење при осмотрофната исхрана. Тој е во директна пропорција со концентрацијата на растворени хранливи материи во околината на клетката. Ако микробната клетка се внесе во средина со многу висок осмотски притисок (висока концентрација на соли), тогаш водата ќе почне да излегува од клетката за да се изедначат концентрациите на течностите во клетката и надвор од неа, цитоплазмата ќе дехидрира и ќе се собере, а цитоплазматската мембрана ќе се одвои од клеточниот сид. Таа појава се нарекува *плазмолиза*. Во спротивен случај, ако микробната клетка се наоѓа во средина со понизок осмотски притисок, на пример, дестилирана вода, тогаш водата ќе навлезе во бактериската клетка и таа може да прсне. Оваа појава се нарекува *плазмолитиза*. Од ова следува дека микробната клетка е многу остелива на промените на осмотскиот притисок. Најмногу и одговара средина со ист осмотски притисок како и во нивната клетка (изотонична средина). Микроорганизмите кои се приспособени на живот во високи концентрации на натриум хлорид, до 30%, се нарекуваат *халофилни*. Овие микроорганизми често се присутни во саламурените и солените производи и предизвикуваат нивно расипување. Микроорганизмите кои се размножуваат при високи концентрации на шеќери (30-60%) се нарекуваат *сахарофилни*.

**Концентрацијата на водородни јони (рН-вредност)** во средината претставува многу значаен фактор кој влијае врз активноста на ензимите на микроорганизмите, кои различно реагираат. Некои микроорганизми се многу осетливи на промените рН-вредноста во средината, додека други можат да поднесат големи промени на рН-вредноста. Врз основа на тоа во каква рН средина растат и се размножуваат, микроорганизмите се делат на:

- *ацидофилни*, кои имаат потреба од кисела рН-вредност на средината. Тоа се најчесто млечно-киселинските бактерии, на кои им е потребна рН околу 5, а одредени видови се размножуваат и при рН=2;
- *алкалофилни*, имаат потреба од оптимална рН-вредност околу 9;
- *неутрофилни микроорганизми*, во кои припаѓаат и патогените видови, најдобро се размножуваат при рН околу 7.

**Површинска напнатост.** Силата на површинскиот напон е многу значајна за животот на клетката. Таа сила постои помеѓу површината на клетката и течностите кои ја опкружуваат. Бактериската клетка која се размножува во течна средина мора да акумулира хранливи материи на својата површина, и преку истата површина да ги излучува продуктите на клеточниот метаболизам. Според ова, процесите на растење и делба на бактериската клетка зависат од силата на површинската напнатост во средината во која се наоѓа. Многу органски материи, како што се алкохоли, органски киселини, феноли, полипептиди, сапуни и детергенти ја намалуваат површинската напнатост. Тоа се површински активни материи. Со внесување на овие материи во средината каде се наоѓа микроорганизмот може да се нарушат процесите на раст и размножување на бактериската клетка, па може да дојде до нејзино угинување.

**Зрачење.** Одамна е познато бактерицидното дејство на сончевите зраци, пред сè, ултравиолетовиот дел од сончевиот спектар. Бактерицидно дејство имаат и инфрацрвените зраци, како и самата сончева енергија која предизвикува сушење. Ултравиолетовите зраци имаат штетно влијание врз протеините и нуклеинските киселини на микробната клетка. Затоа ултравиолетовите светилки се користат за санитација на простории и воздухот.



**Јонизирачко зрачење.** *Рентгенските зраци* по брановата должина (0,1–100 nm) се наоѓаат веднаш под УВ–зраците. Бактериите во однос на човекот и животните се многу поотпорни на овие зраци.

*Гама-зраците* претставуваат електромагнетна радијација која во просторот се шири со брзина на светлината. Имаат голема продорна моќ, но слаба моќ за јонизација.

*Космичките зраци* имаат најмала бранова должина. За среќа, атмосферата која ја опкружува Земјата ги спречува овие бранови да стигнат до нејзината површина, кои инаку заради нивниот силен гермициден ефект, практично би го оневозможиле животот на нашата планета.

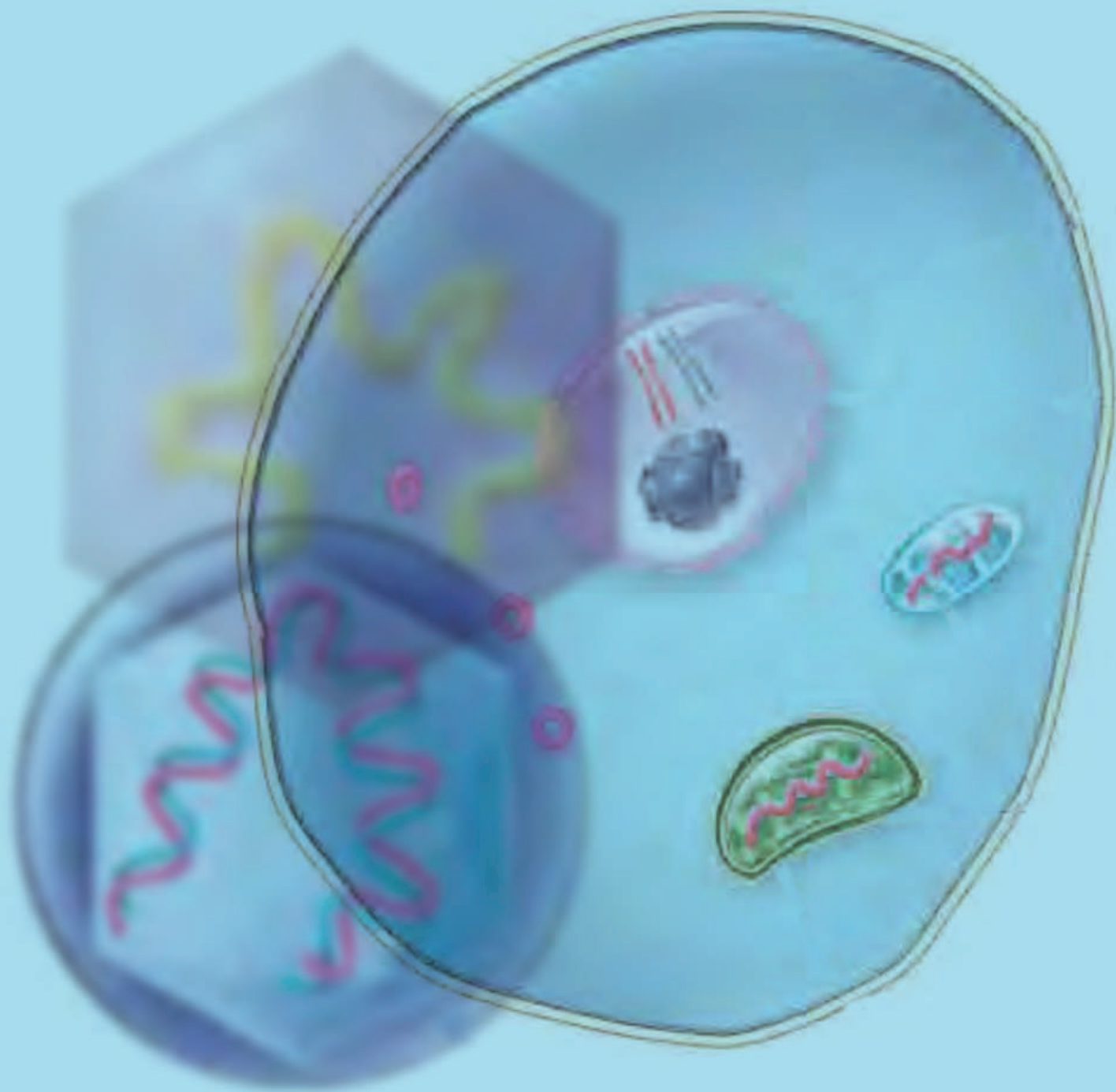
Неповолно дејство на микроорганизмите уште имаат и *ултразвукот* и *електрицитетот*.

#### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ЕКОЛОШКИ ФАКТОРИ КОИ ВЛИЈААТ ВРЗ ЖИВОТОТ И РАЗМНОЖУВАЊЕТО НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

1. Кои еколошки фактори влијаат врз животот и размножувањето на микроорганизмите?
2. Како влијае водата врз животот и размножувањето на микроорганизмите?
3. Како влијае храната врз животот и размножувањето на микроорганизмите?
4. Како влијае температурата врз животот и размножувањето на микроорганизмите?
5. Како се делат микроорганизмите врз основа на оптималните температури кои им се потребни за живот и размножување?
6. Како влијае кислородот врз животот и размножувањето на микроорганизмите?
7. Како влијае осмотскиот притисок врз животот и размножувањето на микроорганизмите?
8. Како влијае рН-вредноста, односно концентрацијата на водородни јони врз животот и размножувањето на микроорганизмите?
9. Како влијае површинскиот напон врз животот и размножувањето на микроорганизмите?
10. Како влијае зрачењето врз животот и размножувањето на микроорганизмите?

## ТЕМИ ЗА ПОТТИКНУВАЊЕ НА НАУЧНОТО РАЗМИСЛУВАЊЕ

1. Постапки на стерилизација кои се користат во ветеринарната медицина.
2. Мерки за санитација и дезинфекција во објектите за сместување на животни.
3. Мерки на санитација во прехранбената индустрија.
4. Дезинфекција на отпадните води од сточарството.
5. Преглед на најновите генерации на антиминобни супстанции кои се користат во ветеринарната медицина.



**4. РАСПРОСТРАНЕТОСТ НА  
МИКРООРГАНИЗМИТЕ**



СОДРЖИНА НА НАСТАВНАТА ТЕМА

КЛАСИФИКАЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ СПОРЕД ЖИВОТНАТА  
РАСПРОСТРАНЕТОСТ ВО ПРИРОДАТА

КАРАКТЕРИСТИКИ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ ОД ПОЧВАТА, ВОДАТА И ВОЗДУХОТ

МИКРОФЛОРА НА ПРЕХРАНБЕНИТЕ ПРОИЗВОДИ

МИКРОФЛОРА НА ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ

ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ НА САПРОФИТСКАТА ОД ПАТОГЕНАТА МИКРОФЛОРА

## 4.1. КЛАСИФИКАЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ СПОРЕД ЖИВОТНАТА РАСПРОСТРАНЕТОСТ ВО ПРИРОДАТА

Микроорганизмите се убиквитарни, односно се наоѓаат секаде во природата која не опкружува, и секаде кај што постојат најосновните услови за органски живот. Се наоѓаат во земјата, водата, воздухот, растенијата, животните, храната, предметите, итн. Ги има дури и во водите на термалните извори, нафтата, камењата, всушност, секаде каде што има јаглерод и водород. Постојат микроорганизми кои практично можат да живеат и да се прилагодат за живот во сите средини. Најверојатно е дека и вирусите се наоѓаат секаде каде што се наоѓаат бактериите, габите или кој и да е друг вид клетки. Поради тоа микроорганизмите се распространети секаде на нашата планета. Во најголем број случаи, тие не му нанесуваат штета на човекот и животните. Други видови микроорганизми можат да живеат само во одредени услови. Често се случува тие толку многу да се размножат во тие ограничени средини, па се приморани да ги напуштат тие средини и да се прилагодат за живот во други средини. Помеѓу тие микроорганизми постојат одреден број видови кои предизвикуваат заразни болести кај луѓето и животните (патогени микроорганизми), или пак се опортунисти (односно микроорганизми кои предизвикуваат болести само при одредени услови).

## 4.2. КАРАКТЕРИСТИКИ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ ОД ПОЧВАТА, ВОДАТА И ВОЗДУХОТ

Најчести, и за медицината најважни престојувалишта за микроорганизмите се: почвата, водата, отпадните води, воздухот, растенијата, животните и луѓето.

**Микроорганизми во почвата.** Почвата претставува многу поволна средина за многубројни микроорганизми. Најчесто, тоа се литотрофни или едноставни органотрофни микроорганизми. Тие поседуваат многу активни ензими со чија помош ги разложуваат сложените соединенија во почвата и од нив одново синтетизираат најсложени соединенија. Бројот на микроорганизми во почвата зависи од повеќе фактори. Хранливоста на почвата е еден од најважните услови. Водата во почвата претставува еден вид на течна хранлива подлога во која се растворени јоните на: калиумот, натриумот, магнезиумот, калциумот, железото, нитратите, сулфатите, карбонатите и фосфатите. рН-вредноста на површината на почвата изнесува од 6 до 8, што создава оптимални услови за размножување на повеќето микроорганизми. Покрај неорганските материи, плодната почва содржи и многу органски материи со потекло од растенијата и животните. Тие органски материи, микроорганизмите ги разложуваат до неоргански соединенија, кои понатаму ги користат како извор на јаглерод, азот и енергија. Друг важен фактор за размножување на микроорганизмите во почвата е температурата. Оптимална температура за раст и размножување на микроорганизмите во почвата е од 15 до 45°C, но меѓу нив има и психрофилни и термофилни видови. Микроорганизмите, заедно со останатите органски и неоргански соединенија во почвата влијаат на нејзината плодност.



Микрофлората на почвата ја сочинуваат алги, лишаи, нитрифицирачки бактерии, сулфурни бактерии, микроорганизми кои ја разложуваат целулозата, габи, протозои и други. Со сопствената биохемиска активност овие микроорганизми имаат улога во биолошкото кружење на азотот, водородот, сулфурот, фосфорот, јаглеродот и кислородот во природата. Овие елементи, од друга страна имаат есенцијално значење во изградбата на органските соединенија кај живите организми.

Во почвата можат да се најдат и патогени микроорганизми кои предизвикуваат тешки болести кај луѓето и животните. Меѓутоа, почвата не претставува погодна средина за повеќето патогени микроорганизми. Во неа недостасуваат есенцијалните соединенија потребни на тие микроорганизми, изложени се на неповолното влијание на сонцето, а присутно е и антагонистичкото делување на другите микроорганизми. Затоа преживувањето на овие микроорганизми во почвата е ограничено. За разлика од вегетативните форми, спорите на микроорганизмите подолго време опстојуваат во почвата. Тоа се, пред сè, спорите на разните видови бактерии од родот *Clostridium* (*Cl. botulinum*, *Cl. tetani*, *Cl. chauvoei* и други), кои предизвикуваат многу тешки заболувања кај луѓето и животните, како што се: тетанус, ботулизам, гасни едеми, ентеротоксемија и други. Спорите на *Bacillus anthracis*, кој предизвикува антракс, многу опасна болест кај луѓето и животните, во почвата преживуваат и до 30 години. Во почвата постојано живеат и некои габи кои предизвикуваат болести кај луѓето и животните: фузариотоксикоza, актиномикоза, ерготизам, аспергилоза. Со изметот и урината на животните и човекот, во почвата можат да навлезат и предизвикувачи на цревни заразни болести, кои во црвите и другите организми кои што живеат во почвата можат да останат инфективни подолго време.

**Микроорганизми во водата.** Бројот и видот на микроорганизми во водата зависат од нејзината контаминација со отпадни води. Во неконтаминираниите води, како што се изворските или истечните води, бројот на бактерии е мал, најмногу околу десеттина во 1 ml вода. Таквата вода е сиромашна со органска хранлива материја, па затоа претставува лоша средина за размножување на бактериите. Во таквите води ограничено се размножуваат само некои сапрофитски микроорганизми (подолу се опишани). Загадените води настануваат со излевање на отпадните води во нив. Микрофлората на таквите води зависи од степенот на загаденоста, и тоа се нарекува сапробност на водата. Сапробноста претставува вкупен број на сите живи организми во вода загадена со органска материја од растително и животинско потекло. Врз основа на тоа водите се поделени на *полисапробни* (многу загадени води), *мезосапробни* (средно загадени) и *олигосапробни* (чисти води).

Во загадените води се наоѓаат и различни патогени бактерии во зависност од степенот на загаденост. Тие преживуваат во водата различно време, што значи дека водата може да биде извор на инфекција. Тие микроорганизми во чистите води доаѓаат преку изметот и мочката на луѓето и животните, со излевање на каналските води, септичките јами и други извори на загадување. Во таквите води се наоѓаат причинители на цревни инфекции, како: *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Vibrio cholere*, *Leptospira spp.*

Квалитетот на водата се проценува врз основа на количеството и видот на микроорганизми во неа. Водата се смета за чиста ако содржи до 100 микроорганизми во 1 ml, сомнителна од 100 до 150 микроорганизми во 1 ml и загадена ако има повеќе од 500 во 1 ml. Хигиенската исправност на водата се проценува преку присуството на *Escherichia coli* и други сродни бактерии. Присуството на овие бактерии во водата значи фекално загадување. Индиректно фекалното загадување се одредува преку одредување на коли-титар и коли-индекс на водата.

**Микроорганизми во воздухот.** Воздухот не претставува погодна средина за микроорганизмите. Тие во него остануваат активни кратко време. Ги убива исушувањето, зрачењето, озонот и другите неповолни фактори. Меѓутоа, во воздухот, на висина до 400 метри се наоѓаат честици прашина од исушена растителна маса или почва кои се еден вид заштита на микроорганизмите. Кога времето е суво, во воздухот има многу повеќе микроорганизми, а при врнежи честиците прашина паѓаат на земјата, а со нив и микроорганизмите. Бројот и видовите микроорганизми во атмосферата се различни, во зависност од временските услови, брзината и правецот на воздушните струења и од местото на земањето примерок воздух за испитување. Во воздухот над земјата има многу повеќе микроорганизми, отколку над водените површини. Во затворените простории, посебно во шталите, бројот на бактерии и честици прашина во воздухот може да биде многу голем. Колку е поголем бројот на животни сместени во објектите, а вентилацијата лоша, толку е поголем бројот на микроорганизми во воздухот.

Воздухот претставува средина преку која се пренесуваат многу болести, посебно инфекции на дишните патишта. Патогените микроорганизми во воздухот доаѓаат со капките искашлан секрет од респираторните патишта на заболени луѓе и животни. Меѓутоа, патогените микроорганизми во воздухот можат да дојдат и од другите секрети на организмот (крв, гној, измет, мочка), кои ако се исушат стануваат честици прашина кои летаат низ воздухот. Бактериите остануваат заштитени во капките од засушен секрет подолго време. На тој начин се шират заразните болести од болно на здраво животно или човек. Покрај ваквиот начин, микроорганизмите можат да се пренесат од болно на здрав организам и директно преку кашлање, кивање и фркање. Инфекцијата иницирана на ваков начин се нарекува *капкова инфекција*.

**Микроорганизми на растенијата.** Некои микроорганизми може да престојуваат на растенијата. Многу видови бактерии, габи и вируси се причинители на болести кај растенијата. Повеќето од тие микроорганизми не предизвикуваат болести кај луѓето и животните. Но, растенијата кои животните и човекот ги користат во исхраната често се контаминирани со патогени микроорганизми. Тие се причинители на многу болести, пред сè, на цревни заболувања. Тие растенијата ги контаминираат преку губрето, отпадната вода или секретите и екскретите од заболени животни.

#### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема

#### КАРАКТЕРИСТИКИ НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ ОД ПОЧВАТА, ВОДАТА И ВОЗДУХОТ

1. Кои се карактеристиките на микроорганизмите во почвата?
2. Од кои услови зависи бројот на микроорганизмите во почвата?
3. Која е оптимална температура за раст и размножување на микроорганизмите во почвата?
4. Кои микроорганизми ја сочинуваат микрофлората на почвата?
5. Која е важноста на биохемиската активност на микроорганизмите од почвата?
6. Кои патогени микроорганизми најчесто се присутни во почвата?
7. Кои се карактеристиките на микроорганизмите во водата?
8. Како се проценува хигиенскиот квалитет на водата?
9. Како се оценува квалитетот на водата врз основа на видот и количеството микроорганизми во неа?
10. Кои се карактеристиките на микроорганизмите во воздухот?
11. Како патогените микроорганизми доспеваат во воздухот и како се пренесуваат од едно на друго животно?

## 4.3. МИКРОФЛОРА НА ПРЕХРАНБЕНИТЕ ПРОИЗВОДИ

Во повеќето прехранбени производи се наоѓаат помал или поголем број разни микроорганизми. Во колкав број ќе бидат, зависи од видот на производот, нивното потекло, начинот на приготвување и чување. Во нив може да се наоѓаат разни микроорганизми кои не се штетни за човековото здравје. Во некои производи, како што се: киселото млеко, јогуртот, сирењето и другите кисело-млечни производи, постојано мора да има одредени видови нештетни микроорганизми чие присуство е неопходно за подготвување на таквите производи. Но, во прехранбените производи често може да бидат присутни и патогени микроорганизми, а кои предизвикуваат полесни или потешки заболувања кај луѓето.

**Микроорганизми во млекото и млечните производи.** Млекото е многу погодна хранлива средина за микроорганизмите. Содржи протеини, јагленохидрати, масти, минерални материи, витамини, има поволна рН-вредност, потребни како на сапрофитните, така и на голем број патогени микроорганизми.

Млекото кое го лачи здрава млечна жлезда е стерилно. Меѓутоа, одредени сапрофитни видови микроорганизми кои се наоѓаат во околината на кравите, можат да се размножуваат во каналот на папилите од млечната жлезда, па првото измолзено млеко може да содржи стотици и илјадници микроорганизми во 1 ml. Покрај ваквиот начин на контаминација на млекото, многу сапрофитни бактерии, квасници и мувли можат да дојдат во млекото во текот на молзењето или по молзењето од подот, постилката, пращината, кожата на млечната жлезда, останатите делови од телото на кравата, опремата за молзење и други извори. Овие сапрофитски микроорганизми ја сочинуваат микрофлората на млекото. Доколку понатаму, по обработката на млекото не се преземат одредени мерки, тогаш овие сапрофитски микроорганизми се размножуваат и предизвикуваат расипување на млекото (киселење, гнилежни процеси, појава на непријатен мирис и вкус, обоеност на млекото и друго). Појавата на голем број микроорганизми во млекото е знак за лоши хигиенски услови при молзењето и процесирањето на млекото.

Во млекото понекогаш може да се најдат и патогени микроорганизми, со што млекото станува извор на инфекција за луѓето и животните. Заболувањата кои ги предизвикуваат овие микроорганизми се нарекуваат зоонози, односно болести заеднички за луѓето и животните. Најзначајни предизвикувачи на зоонози кои се пренесуваат преку млекото се: причинителите на туберкулозата, бруцелозата, листериозата, лигавката и шапот и други. Покрај овие причинители, во млекото можат да се најдат и други патогени микроорганизми кои предизвикуваат воспаленија на млечната жлезда кај кравите или мастит. Овие микроорганизми се шират од болно на здраво животно преку нехигиенското постапување и подготвување на млечната жлезда за измолзување, нехигиенските услови во измолзилиштето и другите делови на опремата. Тоа се, пред сè, микроорганизми од родовите: *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Salmonella*, *Escherichia* и други.

За да се намали бројот на микроорганизми во млекото, заради елиминирање на нивното неповолно влијание врз квалитетот на млекото, се применуваат термички процеси за обработка на млекото. При пастеризација на млекото, истото се загрева на 63°C, за време од 30 минути, или на 72°C за време од 15 секунди, и потоа брзо се лади, па на тој начин се уништуваат патогените и повеќето сапрофитни микроорганизми. Пастеризираното млеко не е стерилно.

Производите од млеко, како што се: различните видови сирења, киселото млеко, јогуртот, кефирот и путерот, се добиваат како резултат на ензимската активност на одредени непатогени видови микроорганизми во контролирани услови. Такви микроорганизми се: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus termofilus*, *Streptococcus lactis*, *Torula kefirii*, *Lactobacillus plantarum* и други.

**Микроорганизми во месото и месните производи.** При колење на здрави животни во специјални објекти за таа намена, наречени кланици, како и при вршење на стручен надзор над колењето, мала е веројатноста да настане контаминација на месото со микроорганизми. Посебно мора да се внимава при отворање на трупот на закланите животни и вадењето на внатрешните органи, бидејќи тогаш постои најголема опасност за контаминација на месото со микроорганизми, кои се наоѓаат во органите за варење. Контаминација на месото може да настане и од површините на закланото животно при несоодветно ракување со опремата. Микрофлората која врши контаминација на месото е многу разновидна. Тука припаѓаат микроорганизмите од родовите: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Chromobacterium*, *Proteus*, *Enterococcus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Enterobacter*, многу квасници, мувли и други микроорганизми. Сите тие редовно се присутни во надворешната средина. Доколку не се преземат мерки за правилно чување на месото, овие микроорганизми можат да предизвикаат различни промени на месото, и тоа: промени во конзистенцијата и бојата на месото, појава на гнилежни процеси и расипување на месото.

Преработките од месо, особено меленото месо, можат да бидат контаминирани со одредени патогени микроорганизми кои дошле од болните животни или дополнително го контаминирале месото при процесот на обработка на закланите животни или припремата. Таквото месо претставува извор на заразни болести за луѓето и животните.

**Микроорганизми во другите производи од животинско потекло.** Рибите во површинската лига содржат многу бактерии од родовите: *Pseudomonas*, *Chromobacterium*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Sarcina*, *Serratia* и други. Сите тие предизвикуваат брзо расипување на уловената риба. Исто така, во месото од риби можат да се најдат и микроорганизми кои потекнуваат од органите за варење, како што се бактериите од родовите: *Bacillus*, *Escherichia*, *Clostridium*. Затоа уловената риба веднаш, неотворена се става во мраз или се замрзнува, што претставува начин за конзервирање и штитење од расипување. Во месото од рибите понекогаш можат да се најдат и многу опасни причинители на болести кај луѓето и животните: *Clostridium botulinum*, *Salmonella spp.*, *Vibrio spp.* и други.

Школките, исто така, имаат многу разновидна микрофлора, во која покрај микроорганизмите од водата, можат да се сретнат и бактерии од родовите *Bacillus*, *Alcaligenes*, *Proteus* и многу колиформни бактерии. Присуството на овие видови, автоматски не асоцира на загаденост на водата со отпадни води, што претставува знак за можна контаминација на школките и останатиот воден свет со другите патогени микроорганизми.

Јајцата, исто така, имаат своја микрофлора. Кога јајцето ќе дојде во контакт со надворешната средина, неговата површина се контаминира со микроорганизми од околината. Контаминацијата е поголема при лоши хигиенски услови на одгледување кокошки-несилки. Затоа се практикува кафезен начин за одгледување кокошки-несилки, со цел помал допир на јајцата со изметот од кокошките, а со тоа и помала опасност за нивна контаминација. Исушениот површински лигав слој на јајцето го штити од контаминација со микроорганизми.

Ако јајцата се држат во влажни простории, некои видови бактерии и габи се размножуваат во лигавата обвивка на јајцето, навлегуваат во неговата внатрешност и го контаминираат. Расипување на јајцата најчесто предизвикуваат бактериите: *Pseudomonas fluorescens* и *Pseudomonas ovalis*. Јајцата можат да содржат и патогени микроорганизми, пред сè, салмонели. Кокошките заболени од тифус, несат јајца контаминирани со салмонели. И други причинители на заразни болести од кокошката преминуваат на јајцето и го контаминираат. Тогаш јајцата претставуваат извор на болести за луѓето и животните.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема МИКРОФЛОРА НА ПРЕХРАНБЕНИТЕ ПРОИЗВОДИ

1. Кои микроорганизми нормално се сретнуваат во млекото и млечните производи?
2. Која е улогата на нештетните микроорганизми во млекото?
3. Каква подлога претставува млекото за раст и размножување на микроорганизмите?
4. Какви промени на млекото предизвикуваат сапрофитските микроорганизми во него?
5. Кои непатогени микроорганизми имаат најголема улога при добивањето на млечно-киселинските производи?
6. Кои патогени микроорганизми најчесто се сретнуваат во млекото?
7. Кои заразни болести најчесто се пренесуваат преку млекото на човекот?
8. Кои патогени микроорганизми се најчести загадувачи на месото?
9. Какви промени предизвикуваат патогените микроорганизми на месото?
10. Кои микроорганизми предизвикуваат расипување на рибата?
11. Како јајцата се загадуваат со микроорганизми?



## 4.4. МИКРОФЛОРА НА ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ

Микрофлората на одделни делови од телото на животните ја сочинуваат разни бактерии, квасници и габи. Таа микрофлора настанала во текот на еволутивните процеси и адаптацијата на микроорганизмите. Микроорганизмите прилагодени за живот во одделни ткива и органи на животинскиот организам ја претставуваат нормалната микрофлора. Покрај нив, во одредени ткива и органи се појавуваат микроорганизми кои ја сочинуваат привремената микрофлора. Кај многу видови инсекти постојано живеат многу микроорганизми кои предизвикуваат болести кај луѓето и животните. Меѓу нив, најчести се предизвикувачите на цревните инфекции, но не се исклучок и предизвикувачите на многу други заразни болести. Покрај нив, постојат многу микроорганизми кои мораат да се размножуваат во разни видови членконоги, а потоа тие членконоги со боцнување или преку нивниот измет ги пренесуваат на луѓето и животните. На тој начин ги шират заразните болести. На пример, причинителот на пегавиот тифус (*Rickettsia prowazeki*), задолжително се размножува во белата вошка (*Pediculus humanus var. vestimentis*). Кај разни видови крлежи се размножуваат спирални бактерии од родот *Borrelia*, и редица други примери.

Кај животните, многу често се присутни микроорганизми кои предизвикуваат заразни болести или зоонози, односно болести кои се пренесуваат од животните на човекот. Меѓу тие микроорганизми најопасни се: *Bacillus anthracis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella melitensis*, *Coxiella burnetii* и многу други.

**Микрофлора на кожата.** Микрофлората на кожата е многу разнообразна, и покрај тоа што таа не претставува поволна средина за одржување на микроорганизмите. Големата разновидност на микрофлората на кожата се должи на нејзината контаминација со микроорганизми при нехигиенски услови за одгледување на животни (земја, фекалии, урина и др.) Практично, сите видови на бактерии, квасници и мувли кои се наоѓаат во таа средина можат да се најдат и на кожата на животните. Меѓу тие микроорганизми не се ретки и оние кои предизвикуваат заразни болести: стрептококи, стафилококи, дифтероидни бактерии, патогени видови на квасници и мувли. Меѓутоа, низ здрава, неповредена кожа овие микроорганизми не можат да навлезат во организмот на животните. Од друга страна кожата лачи пот, лој и лизозими кои создаваат неповолна средина за одржување на микроорганизмите. Сепак, некои патогени микроорганизми предизвикуваат локални инфекции, како што се карбункули, фурункули (гнојни процеси во коренот на влакното) и кожни габични инфекции.

**Микрофлора во органите за варење (дигестивен систем).** По лигавицата на органите за варење се наоѓа бројна микрофлора, но не е подеднакво застапена во сите делови од дигестивниот систем. Рамнотежата меѓу лигавицата на органите за варење и бројот на микроорганизми се одржува со помош на различни фактори: градбата на лигавицата, лигата која содржи антимикуробни супстанции, различната рН на средината во различни делови од дигестивниот систем, присуството на хранливи материји, движењето (перисталтиката) на органите за варење, антагонистичкиот однос меѓу микроорганизмите и други фактори.

Постојаната микрофлора на устата ја сочинуваат повеќе видови на спирохети, физиоформни стапчиња, дифтероиди, стрептококи и други микроорганизми. Покрај нив, во устата преку храната и водата можат да се внесат многу патогени микроорганизми, кои предизвикуваат заразни болести. Лигавицата на усната празнина претставува поволна средина за развој на микроорганизмите. Во усната празнина постои поволна температура, доволно хранливи материи и слабо алкална средина. Просторот помеѓу забите, каде често заостанува храната е поволно место за размножување на микроорганизмите. Рамнотежата на микроорганизмите во усната празнина се одржува со помош на одбранбените фактори од лигавицата и плунката.

Лигавицата на желудникот е неповолна средина за микроорганизмите бидејќи има кисела средина. Желудечниот сок претставува бариера која го спречува продирањето на патогените и условно патогените микроорганизми во останатите делови од дигестивниот систем. Меѓутоа, киселоста на средината во желудникот не е постојана, ниту е иста кај сите видови на животни. Во желудникот можат да се најдат некои микроорганизми кои се поврзани со исхраната. Во прв ред тоа се млечно-киселинските бактерии, некои видови на *Bacillus spp.*, квасници и други микроорганизми. Кај животните кои се хранат со растителна храна, во желудникот се наоѓаат микроорганизми кои ја разложуваат целулозата.

Преживарите претставуваат посебна категорија животни, чиј што желудник не е едноставен, туку е изграден од три преджелудници и еден вистински желудник. Бурагот е еден од преджелудниците, кој е предмет на испитување долго време и претставува единствен еколошки систем. Тој е пример за симбиоза меѓу микроорганизмите и организмот на преживните животни. Преживарите со храната внесуваат големи количества целулоза, а немаат сопствен ензимски систем за нејзино разложување. Од друга страна, бурагот овозможува поволни услови за раст и размножување на многу микроорганизми. Во 1 ml содржина на бурагот се наоѓаат милијарди микроорганизми. Меѓу тие микроорганизми има и многу видови кои ја разложуваат целулозата до пониски продукти, кои понатаму може да ги искористи организмот на преживните животни. Микроорганизмите во бурагот кои ја разложуваат целулозата, обично им припаѓаат на родовите: *Peptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Ruminococcus*, и многу други стапчести и спирални микроорганизми. Во бурагот се наоѓаат и видови од родот *Methanococcus*, кои со својот метаболизам создаваат метан, како и од родот *Methylococcus*, кои го трошат метанот. Сите микроорганизми во бурагот се анаеробни.

Тенките црева немаат многу голема микрофлора. Во нив обично има ентерококи, габи и уште некои видови.

Во дебелото црево микрофлората е многу голема и разновидна. Околу третина од изметот на животните го сочинуваат микроорганизми.

Цревната микрофлора не е постојана и зависи многу од исхраната. Дигестивниот тракт кај новородените животни во првите часови по раѓањето е стерилен. Во првите денови од животот на лигавицата од органите за варење се населуваат микроорганизми од околината и од млекото. Тогаш во микрофлората преовладуваат млечно-киселинските бактерии, кои со својот антагонизам го спречуваат населувањето на микроорганизмите на кои не им одговара кисела рН-вредност на средината. Но подоцна, со внесувањето на храна, се појавува популација на *Escherichia coli* и други микроорганизми кои ја сочинуваат нормалната микрофлора на цревата. Цревната микрофлора има големо влијание врз организмот на животните.

Некои микроорганизми синтетизираат ензими кои ги дополнуваат ензимите на микроорганизмот; други синтетизираат витамини кои организмот на животните сам не може да ги синтетизира, а му се неопходни за нормален живот. Млечно-киселинските бактерии делуваат антагонистички и ја спречуваат активноста на патогените микроорганизми. Антагонизмот на микроорганизмите има голема улога во одржување на биолошката рамнотежата во цревата. Тој не дозволува некои бактериски популации да се размножат енорно и да го загрозат организмот на животните. Понекогаш, како резултат на неправилната исхрана, антагонистичкиот механизам не функционира, па се појавуваат бројни инфекции и интоксикации (од токсините на микроорганизмите кои се присутни во цревата). Цревната микрофлора, исто така, е важна за одржување на имунолошкиот баланс на организмот. Како резултат на присуството на микроорганизми во цревата, имунолошки активните ткива создаваат одредено ниво на „нормални“ антители, неопходни за одбрана на организмот од инфекции.

**Микрофлора во органите за дишење (респираторен систем).** Респираторниот систем го населуваат микроорганизми внесени со вдишување прашина. Повеќето микроорганизми при вдишувањето се задржуваат на носната лигавица, а само мал број стигнуваат до бронхиите. Завршетоките на бронхиите и белодробните алвеоли се стерилни. Во почетниот дел од органите за дишење, односно во носната празнина и фарингсот, има прилично изедначено присуство на стрептококи, дифтероиди, сардини или стафилококи, а понекогаш и колиформни бактерии. Често на овие лигавици можат да се сретнат и патогени микроорганизми кои предизвикуваат инфекции на органите за дишење. Носната лигавица обично не претставува поволна средина за бактериите, бидејќи содржи лизозим и други бактерицидни супстанции. Кога одбранбената способност на организмот ќе се намали, тогаш лигавицата во носната празнина можат да ја населат патогени микроорганизми кои предизвикуваат различни заболувања на респираторниот систем.

**Микрофлора во органите за мокрење и половите органи (урогенитален тракт).** Урогениталниот тракт, исто така, има своја микрофлора, која најчесто ја сочинуваат стафилококи, колиформни бактерии и дифтероиди. Надворешните делови од урогениталниот тракт можат да содржат: *Mycobacterium smegmatis*, *Pseudomonas spp.* и *Proteus spp.* Вагиналната лигавица има многу голема микрофлора. Вредноста на рН во вагината е кисела и настанува со микробното разложување на јагленохидратите. Киселата средина делува антагонистички на другите микроорганизми.

**Микрофлора на конјунктивите.** Микрофлората на конјунктивите ја сочинуваат стафилококи, микрококи и коринебактерии. Со солзите се испира лигавицата на конјунктивите и се чисти од микроорганизмите.

Помеѓу микроорганизмите кои нормално се наоѓаат во организмот на животните има и вируси, пред сè, во органите за варење и органите за дишење. Тие можат да се најдат кај здрави животни без да предизвикаат видливи патолошки промени.

Нормалната микрофлора на организмот не е постојана. Таа зависи од староста на животните, исхраната и условите за одгледување. При разни болести, микрофлората значително се менува. Исто така, при давање на антимикробни супстанции (антибиотици), се менува микрофлората на организмот. Оваа состојба на променлива микрофлора се нарекува *дисбактеријемија*. Последиците од дисбактеријемијата можат да бидат различни: енорно размножување на одредени видови микроорганизми, интоксикации, настанување на гнојни процеси, воспаленија на органите за варење и дишење.

**ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема  
МИКРОФЛОРА НА ЖИВИТЕ ОРГАНИЗМИ**

1. Што претставува нормална микрофлора во живите организми?
2. Опишете ја нормалната микрофлора на кожата кај животните?
3. Опишете ја нормалната микрофлора на усната празнина кај животните?
4. Како се одржува рамнотежата помеѓу лигавицата на органите за варење и бројот на микроорганизми?
5. Дали лигавицата на желудникот и желудечниот сок претставуваат поволна средина за раст и размножување на микроорганизмите и зошто?
6. Опишете ја микрофлората на бурагот кај преживните животни!
7. Од кои услови зависи цревната микрофлора?
8. Опишете ја нормалната микрофлора на органите за дишење кај животните!
9. Опишете ја нормалната микрофлора на уринарниот тракт кај животните!
10. Опишете ја нормалната микрофлора на конјунктивите кај животните!
11. Кои се сапрофитски микроорганизми?
12. Кои се паразитски микроорганизми?

## 4.5. ДИФЕРЕНЦИРАЊЕ НА САПРОФИТСКАТА ОД ПАТОГЕНАТА МИКРОФЛОРА

**Еколошка поделба на микроорганизмите.** Врз основа на видот на органска материја која микроорганизмите ја користат за своите потреби, тие се делат на сапрофити и паразити.

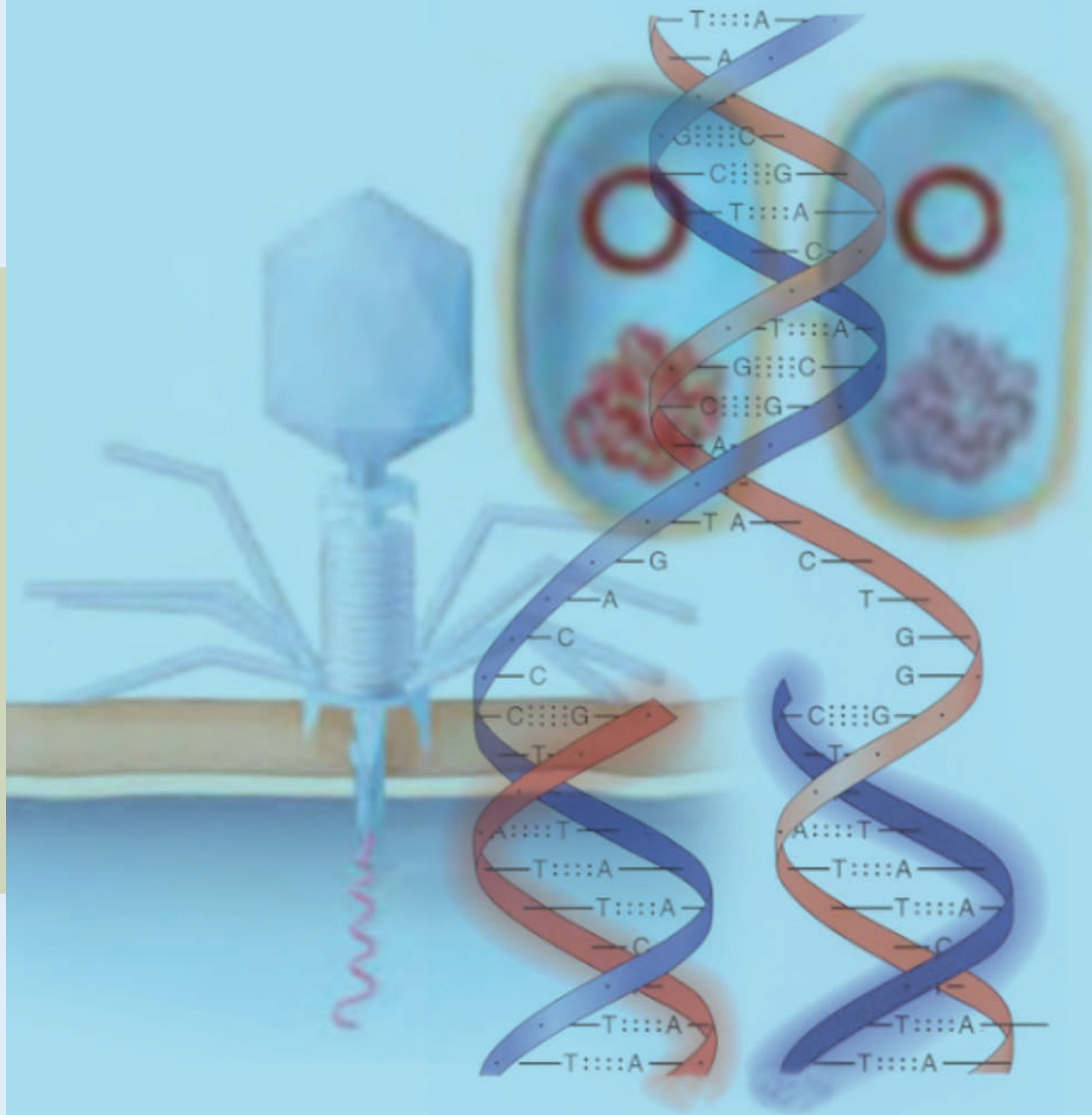
**Сапрофитите** се микроорганизми кои за својата исхрана користат разни инертни, мртви органски материји. Тие се хранат со отпадните материји и остатоците од растенијата, животните и човекот. Тоа се многу корисни и неопходни микроорганизми за органскиот живот на земјата. На некој начин, тие се „чистачи“ или „ѓубреци“, кои ја чистат околината од отпадните материји. Тие микроорганизми ги снабдуваат сите други живи суштества со азот и други соединенија, неопходни за денешната форма на живот на планетата.

**Паразитите** се микроорганизми на кои за раст и размножување им е потребна жива органска материја, која што ја добиваат од клетките и ткивата на човекот, растенијата и животните. Тие микроорганизми живеат на сметка на живото суштество, од кое земаат сè што им е потребно. Меѓу паразитските микроорганизми постојат два вида. Едните се облигатни или безусловни паразити, и за својата исхрана користат само жива органска материја. Другите се факултативни или условни паразити, и тие своите животни потреби ги подмируваат од мртвата органска материја, но подобро успеваат ако потребните органски материји ги подмируваат од живите организми.



## ТЕМИ ЗА ПОТТИКНУВАЊЕ НА НАУЧНОТО РАЗМИСЛУВАЊЕ

1. Законски регулативи во Република Македонија за хигиенска исправност на водата за пиење.
2. Анализа на Правилникот за квалитет и безбедност на млекото и производите од млеко.
3. Анализа на Правилникот за квалитет и безбедност на месото и производите од месо.
4. Расипување на прехранбените производи под дејство на микроорганизмите.
5. Нормална микрофлора во дигестивниот тракт како заштита на животните од патогени микроорганизми и други здравствени нарушувања.



**5. ГЕНЕТИКА**



## СОДРЖИНА НА НАСТАВНАТА ТЕМА

### ГЕНЕТИКА НА БАКТЕРИИТЕ

- Физички и хемиски својства на наследната основа
- Форми на променливост
- Форми на пренесување на гените кај бактериите (генетски рекомбинации)

### ГЕНЕТИКА НА ВИРУСИТЕ

- Форми на варијација кај вирусите

Долго време во текот на развојот на микробиологијата се претпоставувало дека правилата што важат за наследувањето кај организмите кои се размножуваат по сексуален пат, не важат за бактериите и вирусите, бидејќи тие се размножуваат по асексуален пат. Исто така, се мислело дека микроорганизмите немаат познат систем за наследување, па тој процес се објаснувал со некои особини на нивната клетка. Со откривањето на јадровиот еквивалент во бактериите, утврдено е дека тие располагаат со механизам за наследување кој е многу сличен, дури идентичен со клетките на повисоко организирани живи суштества. Како и сите живи суштества, така и бактериите и вирусите се менуваат во текот на своето постоење, но нивна главна особина е постојано да продуцираат единки еднакви на самите себе. Сите промени кои настануваат кај микроорганизмите со еден збор се нарекуваат *варијации*. Особините кои новите генерации микроорганизми ги наследуваат од претходните, ќе бидат еднакви сè додека условите за живот на новата генерација се исти како условите за живот на претходната. Кога ќе се изменат условите за живот, тогаш побавно или побргу се менуваат многу особини на генерациите настанати во изменети услови за живот. Тогаш ќе настанат генерации микроорганизми кои со помал или поголем број особини ќе се разликуваат од генерациите од кои настанале. Сите живи суштества, па и микроорганизмите кои нема да можат да се променат и да се прилагодат на новите услови за живот пропаѓаат и зад себе не оставаат потомство.

Многубројните и разновидни варијации кај микроорганизмите, како и кај сите други живи суштества, не можат да бидат неограничени. Тие варијации се закономерни и ограничени за секој вид живо суштество со неговите наследни особини, односно наследните особини на редот, фамилијата, родот и видот на кој припаѓаат. Поради тоа, никогаш не може зајакот да се смени во глушец, или родот *Streptococcus* во родот *Salmonella*, ниту вирусот на инфлуенцата во вирусот на свинска чума, итн. Меѓутоа, зајакот може да ја измени својата височина, тежина и боја на влакното. *Streptococcus* може да ја измени својата форма, одредени ферментативни особини, својата чувствителност и отпорност кон температурните варијации. Вирусот на инфлуенца може да ја измени својата вирулентност (способност да предизвикува болести), изгледот на својата капсомера, антигените особини итн.

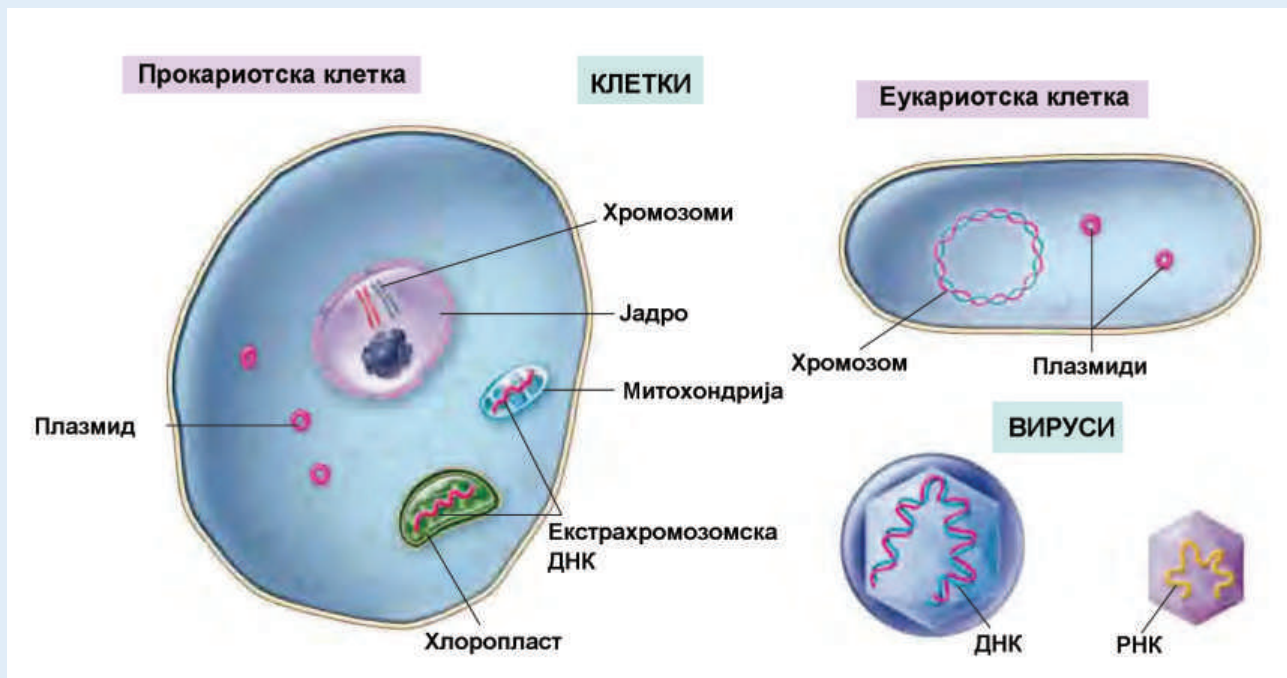
При наследувањето, сè она што се пренесува од генерација на генерација претставува збир на особини со кои управуваат детерминанти сместени во дезоксирибонуклеинската киселина (ДНК) или во рибонуклеинската киселина (РНК). Тие ги одредуваат особините на секое живо суштество, па и на микроорганизмите. Тој збир на детерминанти кој управува со сите процеси на биосинтеза на секое живо суштество и ги одредува наследните особини на сите живи суштества, меѓу нив и на микроорганизмите, се нарекува *генотип*. Генотипот одредува каква ќе биде формата и големината на клетката, активноста на ензимите и сите други особини карактеристични за бактериите, квасниците, мувлите, вирусите и другите живи организми. Збирот на сите морфолошки, физиолошки и други особини на живите суштества, па и на микроорганизмите кои можат да се видат со голо око или микроскоп, или се манифестираат преку одредени биохемиски реакции, се нарекува *фенотип*. Фенотипот зависи од условите за живот и кај сите живи организми се менува во текот на животот. Според тоа, фенотипот го сочинуваат сите особини на некое живо суштество во одредено време од неговиот живот и во одредени услови за живот. Фенотипот на секое живо суштество, па и на микроорганизмите, е одреден од неговиот генотип и влијанието на средината во која се наоѓа. Фенотипот може да се менува само во границите кои ги одредува генотипот.

## 5.1. ГЕНЕТИКА НА БАКТЕРИИТЕ

Бактериите во текот на својот животен циклус постојано се менуваат, како што се менуваат и сите други живи организми. Тие ги менуваат своите особини, како што се: големината, формата, бојата на пигментот, ферментативните особини, чувствителноста и отпорноста спрема разни фактори. Поради брзото размножување, бактериите се менуваат побрзо од другите живи суштества. Кај бактериите за 24 часа се сменуваат 200 до 300 генерации. За толкав број генерации кај повисоко организираниите живи суштества, потребни се неколку илјади години. При тоа, промените кои настануваат кај повисоко организираниите живи суштества се манифестираат дури по неколку стотици илјади години, додека кај бактериите, промените се гледаат по неколку дена.

Бактериите почесто се менуваат и поради начинот на кој се размножуваат. Како што беше споменато, тие најчесто се размножуваат со проста делба на клетката-мајка на две клетки-ќерки. При тоа, често се случува едната клетка да добие повеќе цитоплазма, рибозоми, нуклеотиди или други составни делови на клетката. Јасно е дека тогаш двете клетки-ќерки по многу особености ќе се разликуваат една од друга. Тоа значи дека потомството на едната од тие клетки-ќерки ќе се разликува од потомството на другата клетка-ќерка.

Нивната едноставна градба е уште една причина за сè почестото менување или варијации кај бактериите, отколку кај другите живи суштества.. Тие се ситни едноклеточни организми, незаштитени од влијанијата на надворешната средина. На таквите влијанија, бактериите мора да одговорат со постојани адекватни промени и постојано прилагодување за да можат да се одржат во живот во променливата средина.



Слика 20.

Локализација на генетскиот материјал во клетката на еукариотите, прокариотите и вирусите



Токму поради брзото менување и размножување, бактериите се погодни за проучување и запознавање на генетиката на сите живи суштества, воопшто. Со запознавањето на генетиката на бактериите се запознаваат многу фактори и механизми кои се важни за промените и наследувањето на живите суштества сè до човекот. Од друга страна, многу промени кај бактериите влијаат на појавата, ширењето, идентификацијата, спречувањето и лекувањето на многу заразни болести кои ги предизвикуваат.

### 5.1.1. Физички и хемиски својства на наследната основа

**Бактериски хромозоми.** Основната супстанца на бактериските хромозоми ја сочинуваат нуклеинските киселини (ДНК или РНК). Структурата на нуклеинските киселини е строго специфична за секој вид на микроорганизми. Тие ги содржат сите генетски информации кои ги одредуваат особините на одредени видови бактерии и ги пренесуваат на идните генерации.

Значи, главни особини на нуклеинските киселини се нивната репликација и биосинтезата на протеините.

**Репликација на ДНК.** Дезоксирибонуклеинската киселина на секој вид микроорганизми има специфична градба и карактеристичен распоред на нуклеотидите. Група нуклеотиди кои носат одредена генетска информација формираат една функционална група која се нарекува *ген*. Генот може да се состои од неколку парови, или стотици и илјадници парови на нуклеотиди. Иако секој ген регулира една одредена функција, нивната активност не е независна. Спротивно на тоа, функцијата на гените е зависна од другите гени и од клетката во целина. Ова може да се види од примерот за синтеза на ензимот галактозидаза кај бактеријата *Escherichia coli*.

Овој ензим ја разложува лактозата. Самата бактерија содржи генетски механизам кој ја регулира синтезата и активноста на овој ензим. Меѓутоа, бактериите го синтетизираат овој ензим само кога во нивната околина ќе се најде лактоза. Значи, синтезата на ензимот не зависи само од гените, директно одговорни за неговата синтеза, туку и од други гени кои ја регулираат активноста на претходните гени. Гените кои се одговорни за биосинтезата на одредени протеини се нарекуваат *структурни гени*, додека гените кои ја регулираат функцијата на структурните гени се нарекуваат *регулаторни гени*.



Слика 21. Репликација на ДНК

Репликацијата на ДНК започнува со раздвојување на полинуклеотидните синцири. Раздвојувањето започнува на одредено место каде се кинат водородните врски помеѓу базните парови (односно аденинот се раздвојува од тиминот, а гванинот од цитозинот). Од местото каде се одделиле двата синцири започнува биосинтезата на новите комплементарни синцири на нуклеотидите од молекулот на ДНК. Овој процес започнува пред да почне делбата на клетката. Секој од двата одвоени синцири служи како калап по кој се образува по еден нов комплементарен синцир на нуклеотиди. При тоа, распоредот на пиримидинските и пуринските бази во новоформираните синцири е строго одреден, бидејќи водородните врски можат да се формираат само помеѓу аденинот и тиминот, односно цитозинот и гванинот. Ова значи дека за аденинот од раздвоениот синцир секогаш се врзува тимин од новоформируваниот синцир, и обратно за тиминот секогаш се врзува аденин. Односно, за цитозинот од синцирот калап секогаш се врзува гванин од новоформируваниот синцир, и обратно за гванинот од синцирот калап секогаш се врзува цитозин од новоформируваниот синцир. На тој начин, покрај постоечкиот синцир се формира нов, комплементарен синцир, кој потполно одговара на родителскиот. На овој начин се формираат две молекули на ДНК. Секоја од нив се состои од еден стар и еден нов синцир на нуклеотиди. Новиот синтетизиран двоен синцир на ДНК ќе биде еднаков со двојниот синцир на старата ДНК. Така се пренесува генетската информација (код) од родителските клетки на потомството. Ваквиот начин на репликација на ДНК се нарекува *полуконзервативен*, бидејќи од еден стар синцир на ДНК (половина молекула) служи како модел за формирање на нов синцир со кој се формира заедно една цела молекула на ДНК. Кога ќе заврши репликацијата на ДНК молекулата, започнува делбата на клетката. Секоја нова клетка добива по една молекула на ДНК, која се состои од еден стар и еден нов синцир на нуклеотиди. На тој начин, секоја нова клетка-ќерка ќе добие потполно еднаква ДНК, со потполно еднаков редослед на нуклеотиди во својата двосинцирна ДНК молекула како и клетката-мајка.

**Репликација на РНК.** Рибонуклеинската киселина како носител на генетската информација се реплицира со копирање на редоследот на базите во ДНК молекулата. Сите три вида на РНК кои се среќаваат во клетката (информациона, транспортна и транскрипциска) се копија на ДНК. Нивната синтеза се одвива слично како синтезата на ДНК. Синтезата на РНК се разликува единствено по тоа што рибонуклеинската киселина како модел за формирање на комплементарен синцир на нуклеотиди не користи сопствен комплементарен синцир на нуклеотиди (РНК се едносинцирни), туку, како калап користи синцир на нуклеотиди од ДНК. Репликацијата тече на ист начин како и ДНК, само што на местото каде во синцирот калап се наоѓа аденин, во комплементарниот синцир се врзува базата урацил, и обратно. На тој начин новосинтетизираната едносинцирна РНК по редоследот и бројот на нуклеотидите ќе биде комплементарна со еден синцир на ДНК кој послужил како калап за репликација. Од него ќе се разликува само по базата урацил која ќе се наоѓа секаде каде во синцирот на ДНК се наоѓа базата аденин. Како што се гледа, при биосинтезата на РНК, редоследот и бројот на пуринските и пиримидинските бази на ДНК се „прекопирани“ во синцирот на нуклеотиди на РНК. Тој процес поради тоа се нарекува *транскрипција*. Кога ќе заврши транскрипцијата на синцирот на РНК, тој се одвојува од својот калап, односно синцирот на нуклеотиди на ДНК. Затоа молекулата на РНК е едносинцирна.

**Биосинтеза на протеини.** Секоја клетка се состои од неколку десетици илјади протеини. Тие протеини меѓусебно се разликуваат по редоследот на аминокиселините кои влегуваат во нивниот состав. Секој протеин е изграден од точно утврден број и редослед на аминокиселини, што му ја дава неговата специфичност.

Од специфичноста на протеините кои се наоѓаат во клетката, особено од ензимите кои исто така, се протеински соединенија, зависат сите особености на живата клетка и воопшто, на сите живи суштества. Во долгиот синџир на ДНК (или на РНК кај вирусите), гените се носители на наследните особини.

Претходно споменавме дека тие се изградени од неколку десетици до неколку стотици нуклеотиди. Во секој ген точно е запишан редоследот на базите на нуклеотидите во двојниот синџир на ДНК. Три бази, кои линиски се поврзани една по друга, по должината на едниот синџир на ДНК, ја одредуваат синтезата на една аминокиселина. Три поврзани бази од едниот синџир на ДНК молекулот, заедно со уште три комплементарни бази од другиот синџир на ДНК, заедно формираат три базни парови кои се нарекуваат *терџет бази* или *код*. При биосинтезата на протеините редоследот на нуклеотидите во терџетот на бази или кодот, се препишува на информациона РНК (иРНК), со помош на ензимот РНК-полимераза. Истиот тој редослед на бази (нуклеотиди) од иРНК се пренесува на транспортната РНК, па таа врз основа на информацијата која ја примила зема одредена аминокиселина и ја транспортира до рибозомите (тоа се органели каде се врши биосинтезата на протеините). Таму информацијата од тРНК ја прима синтетизирачката РНК (сРНК), и врз основа на информацијата која ја примила ја вградува аминокиселината во сложената молекула на протеинот кој се синтетизира. тРНК ја отпушта аминокиселината која ја носи, прима нова информација од ДНК преку иРНК, врз основа на таа информација зема нова аминокиселина и целиот циклус се повторува до комплетирање на молекулата на протеинот кој се синтетизира. Ова резултира на пример, со синтетизирање на протеинска компонента на некој ензим, со што тој ензим добива одредена карактеристика, на пример, да катализира ферментација на некој шеќер, продукција на отров, формирање на пигмент и слично.

Во еден хромозом постојат голем број гени, што зависи од особините на некоја клетка. Збирот на сите гени на една клетка се нарекува *геном*. Во геномот на бактериите постојат од 1000 до 4000 гени. Тие гени распоредени во прстенестата структура на дезоксирибонуклеинската киселина ја даваат *генската мапа* на бактерискиот хромозом.

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ФИЗИЧКИ И ХЕМИСКИ СВОЈСТВА НА НАСЛЕДНАТА ОСНОВА

1. Што претставува фенотипот на живите суштества?
2. Што претставува генотипот на живите суштества?
3. Опишете ја структурата на дезоксирибонуклеинската киселина (ДНК)?
4. Опишете ја структурата на рибонуклеинската киселина (РНК)?
5. Што претставува наследувањето?
6. Што е хромозом?
7. Колку бргу настанува сменување на генерациите кај бактериите?
8. Што претставува репликацијата на ДНК и како се одвива?
9. Како се одвива репликацијата на РНК?
10. Што се комплементарни синџири при репликацијата на ДНК?
11. Што е биосинтеза?
12. Како се одвива биосинтезата на протеините?
13. Колку видови на РНК учествуваат во биосинтезата на протеините?

## 5.1.2. Форми на променливост

Варијациите или промените кај бактериите можат да бидат фенотипски и генотипски.

**Фенотипските варијации** се нарекуваат *модификации*. Тие претставуваат промени на фенотипот во границите на генотипот.

**Генотипските варијации** се нарекуваат *мутации*. Тие претставуваат промени во самите гени на клетката.

**Модификации.** Овој тип на променливост има привремен карактер (фенотипски промени), и најчесто се последица на влијанието на надворешните фактори, најчесто хемиски, врз микроорганизмите. Видот, обемот и насоката на тие промени се ограничени со генотипот на одреден бактериски вид. Овие влијанија не предизвикуваат промени во бактериските хромозоми, само на пример, го активираат или спречуваат дејството на одредени ензими со што бактериската клетка добива некои нови особини. Пример за модификација претставува формирањето или губењето на флагелите кај родот *Proteus*. Овие бактерии нормално имаат флагели. Но, ако се одгледуваат на подлоги со сублетална концентрација на фенол (тоа е концентрација која не ги убива микроорганизмите, само забавува некои нивни активности), тогаш доаѓа до губење на флагелите иако бактериите поседуваат генетски особини кои им одредуваат постоење на флагели. Тие бактерии ќе репродуцираат клетки без флагели сè додека се култивираат на подлога со фенол. Кога ќе се пренесат на подлоги без фенол тие бактерии повторно ќе добијат флагели, бидејќи поседуваат генетска особина да имаат флагели. Од овој пример се гледа дека кај оние бактерии кои спаѓаат во родот *Proteus*, нивната промена, односно губењето на флагелите, ќе трае сè додека врз нив делува одреден фактор, во овој случај фенолот. Кога тој фактор ќе исчезне, бактериите од родот *Proteus* повторно ќе произведуваат флагели. Од дадениот пример се гледа дека еден ист генотип, во разни услови на средината може да има различни фенотипови, но само во границата на своите наследни особини.

Модификациите можат да настанат под влијание на различни промени во средината на бактериската клетка. Нив може да ги предизвикаат промени на рН-вредноста на средината, осмотскиот притисок, температурата, механички сили и друго. Промените кои при тоа настануваат, не се само од морфолошки карактер, туку обично се следени и со други промени, на пример, промена на антигената градба како резултат на губењето на флагелите или капсулата, промена на вируленцијата кај патогените видови, губење на способноста за формирање на спори и друго. Бактериите кои ја губат способноста да синтетизираат клеточен сид покажуваат многубројни морфолошки варијации, а меѓу нив најпознато е формирањето на таканаречените L-форми на бактериите.

Многу често, промената на супстратот во средината во која живеат бактериите условува синтеза на ензими кои ќе го разложуваат тој супстрат. Таквите ензими кои се синтетизираат под влијание на супстратот во средината се нарекуваат *индуцибилни ензими*, супстратот се нарекува *индуктор*, а феноменот на ваквата продукција на ензими се нарекува *индуkcија*. Пример за индуkcија е продукцијата на ензимот пеницилиназа кај некои видови бактерии кога ќе се најдат во средина каде има присуство на пеницилин. Овие бактерии не ја продуцираат пеницилиназата постојано, туку само кога ќе дојдат во контакт со пеницилин. На дејството на пеницилиназата се должи појавата на резистентност (отпорност) на тие бактерии кон пеницилинот кој се користи за лекување на различни инфекции во медицината.

Кога една бактериска популација има генетска особина да произведува пеницилиназа, тогаш сите клетки во таа популација ќе почнат да го произведуваат тој ензим. Кога пеницилинот ќе се отстрани, или ќе се разгради, тогаш сите клетки во популацијата порано или подоцна ќе престанат со продукцијата на ензимот.

Индуктор кој доведува до модификација на бактериите не мора да биде само супстратот. Тоа можат да бидат разни фактори кои не влијаат врз продукцијата на индуцибилните ензими, туку ја стимулираат или инхибираат активноста на индуцибилните и конститутивните ензими во бактериската клетка. На пример, ако една бактериска популација која има протеолитички ензими, се најде во средина со кисела рН-вредност, таа нема да може да разградува доволни количества протеини, бидејќи ги нема во средината. Резултат на тоа ќе биде послаба исхрана и појава на промени во бактериската клетка.

*Нутритивни варијации* се варијации во исхраната кои доведуваат до проширување или стеснување на потребите од храна на бактериите. Најчеста варијација од овој тип е промената на ауксотрофни во прототрофни бактерии и обратно. *Ауксотрофни* се оние бактерии кои се неспособни сами да синтетизираат еден или повеќе фактори за раст и се зависни од додавањето на тие фактори во хранилиштето. *Прототрофи* се оние бактерии кои сами ги синтетизираат сопствените фактори за раст.

Модификациите се присутни и при формирањето на колониите од бактериски клетки. Тие се манифестираат со промена на големината, бојата, провидноста, формата и другите фенотипски особини на колониите. Бактериите образуваат мазни, сјајни колонии, со рамни и остри рабови, означени со S (*smooth*-мазни), рапави, матни со неправилна форма на колониите, означени со R (*rough*-рапав), и лигави колонии кои ги создаваат само бактериите кои произведуваат многу лигави материи, означени со M (*mucos*-слуз). Помеѓу S и R колониите постојат не само морфолошки, туку и други разлики кои се многу важни. Во зависност од генетската особина која ја поседуваат бактериите, тие ќе создаваат S, R или M колонии, а од тоа ќе зависи и формирањето на капсули, вируленцијата на патогените бактерии и нивните антигени особини. Бактериите кои формираат S-колониите и имаат флагели, кога ќе поминат во R-колониите ќе ги загубат. Бактериите кои во S-формата имаат капсула, ќе ја загубат кога ќе поминат во R-форма. Кога флагеларните бактерии ќе ги загубат своите флагели, а капсуларните својата капсула, со тоа ќе ги загубат и своите флагеларни, односно капсуларни антигени. Ако се во прашање патогените бактерии, тогаш нивните S-форми се повирulentни од R-формите кои се авирulentни и не можат да предизвикаат заболување.

Ако стафилококите кои се аеробни бактерии се култивираат во анаеробни услови, создаваат колонии без пигмент. Кога ќе се пренесат во аеробни услови, повторно создаваат пигмент.

*Мутации*. Тоа се промени во хромозомот на бактериската клетка, односно промени во структурата на гените. Тоа се долготрајни и наследни промени. Промените кои настануваат при мутациите се многу слични со модификациите во поглед на промените на колониите, антигенската градба, вируленцијата, губењето на одредени органели и други промени.

Пренесувањето на наследните особини на потомството на микроорганизмите зависи од стабилноста на ДНК и точното копирање на редоследот на нуклеотидите при нејзината репликација. Какви било промени во редоследот на базните парови, бројот на нуклеотидите во ДНК или нивните особини предизвикуваат појава на нови особини кои се наследни. За да се разбере полесно какви се промени во структурата на ДНК можат да доведат до мутации, мора да се објасни градбата на хромозомот кај бактериите.



Бактериите како прокариотски микроорганизми се хаплоидни. Тоа значи дека хромозомот е изграден од еден синцир и во него редоследот на нуклеотидите во генот е постојан. Тоа значи дека секоја особина која е зависна од одреден ген е детерминирана само од редоследот на нуклеотидните парови во тој ген. Кај еукариотските клетки хромозомот е диплоиден, што значи дека е изграден од два поврзани хромозомски синцири. Тогаш секоја особина е детерминирана од хомологни хромозомски парови. Ова значи дека редоследот на базите во хомологните хромозомски парови може да биде ист, кога станува збор за хомозиготен ген, или да биде различен кога станува збор за хетерозиготен ген. Кај бактериските клетки при репликацијата на хромозомот настануваат две копии на хромозомот, па со настанување на мутациони промени само на едниот хромозом, клетката привремено добива хетерозиготни гени. При делбата на клетката и нормалниот и мутираниот хромозом преоѓаат секој во посебна клетка, така што секоја клетка-ќерка повторно содржи по една копија од хромозомот. Клетката која го добила мутираниот хромозом добива нови особини кои се разликуваат од особините на клетката-мајка. Овие особини понатаму со репликација на хромозомот се пренесуваат на идните генерации.

Со промената на бројот, редоследот и видот на пуринските и пиримидинските бази во дезоксирибонуклеинската киселина на бактерискиот хромозом, автоматски ќе се промени и редоследот на аминокиселините при биосинтезата на протеините. Новосинтетизираните протеини кои влегуваат во градбата на ензимите ќе придонесат за менување на структурата на самите ензми. Таквите изменети ензими тогаш ќе катализираат изменета синтеза на клеточен сид, флагели и други составни делови на клетката. Тие пак, од своја страна ќе ја изменат чувствителноста на бактериската клетка кон температурите, разните хемикалии, антибиотиците и други агенси. Ќе предизвикаат и други промени во зависност од тоа во кој ген дошло до промена на редоследот на пуринските и пиримидинските бази.

Бидејќи мутациите се промени во генотипот, новите генерации нема да имаат исти особини како клетката-мајка од која настанале. Со тоа и нивните фенотипови ќе бидат променети.

Мутациите можат да бидат спонтани и индуцирани. *Спонтаните мутации* настануваат од непознати причини. Тоа може да бидат физичко-хемиски влијанија на средината во која се наоѓаат микроорганизмите. Мал број на клетки во некоја бактериска популација се подложни на спонтани мутации, обично една клетка на секои  $10^8$  клетки.

*Индуцираните мутации* настануваат со намерно изложување на бактериите на мутагени агенси. Мутагените агенси можат да бидат разни физички и хемиски фактори. Механизмот на нивното дејство е различен. Тие можат да предизвикуваат поврзување на базите за погрешни бази, можат да се вградат во синцирот на ДНК на местото на некој нуклеотид, можат да предизвикаат дезаминација на некоја пуринска или пиримидинска база во ДНК синцирот. Најчести мутагени агенси се: азотната киселина, бром-урацилот, аминокупурините и акридинските бои, различните зрачења итн.

*Разлики помеѓу модификација и мутација.* Модификациите се промени кои настануваат само на фенотипските особини на бактериите, кои на некој начин можат да се забележат. Тие настануваат под влијание на средината во границите одредени со генотипот. За разлика од модификациите, мутациите се промени во гените кои не секогаш се манифестираат и со промена во фенотипот.

Модификациите настануваат наеднаш кај сите бактериски клетки во популацијата, додека мутациите зафаќаат мал број на клетки во една бактериска популација.

Промените предизвикани кај модификациите се реверзибилни (повратни), односно исчезнуваат штом ќе исчезне агенсот кој ги предизвикал. Само понекогаш можат да се пренесат на неколку генерации. Промените предизвикани кај мутациите се наследни и се пренесуваат од генерација на генерација.

**Адаптација на бактериите.** Бактериите поради својата мала големина и начин на живот, постојано и директно се изложени на влијанијата на средината во која живеат. Како што се менуваат условите за живот на средината, така се менуваат и самите бактериски клетки. Промените можат да се одвиваат во кратки или долги временски интервали. Тие промени можат да се случуваат циклично или ненадејно, без правилен временски интервал. Ова е резултат на честата промена на животната средина на бактериите. Тие можат да живеат во надворешна средина, па да преминат во ткивата на растенијата, животните и човекот, оттаму да поминат во некои инсекти или пак вештачки да се култивираат на хранливи подлоги. Во сите тие променливи услови, бактериите мора да се одржат во живот. Поради тоа, тие мора постојано да се прилагодуваат на разните фактори од околината, кои секогаш не се најповолни за нив. Таквата способност на бактериите и на другите живи суштества да се прилагодуваат на дадените услови за живот се нарекува адаптација. Поимот адаптација може да се дефинира како збир на разни процеси на варијација кои му овозможуваат на некое живо суштество да се одржи, живее и размножува во разни услови за живот. Меѓутоа, секогаш треба да се има предвид дека таквото прилагодување може да настане само во границите на генотипот, или наследните особености на некое живо суштество.

Прилагодувањето на клетката може да настане со модификација или мутација. Модификацијата за таа цел е покорисна, бидејќи под влијание на факторите на средината брзо се менува целата популација. Но тој вид на адаптација е ограничен со генотипот за одреден бактериски вид. Ако со тој генотип, одредените насоки и границите на фенотипската варијација не се доволни за одржување, раст и размножување на некој бактериски вид во изменетите услови за живот, тогаш тие бактерии порано или подоцна ќе угинат. Така се условува природната селекција или одбирањето на единките кои се способни за живот во изменетите услови на средината, како и умирањето на единките неспособни за живот.

Мутацијата има помало значење за адаптација на бактериите, бидејќи се случува само кај мал број бактерии во една бактериска популација, а и често не се знае ефектот од настанатата мутација.

S-R варијацијата на бактериските колонии е еден пример за адаптација. Имено, во секоја култура на бактериски клетки се наоѓаат голем број S-форми, и само по некоја R-форма. Ако таквата култура се пренесе на некоја подлога која е непогодна за одреден бактериски вид, тогаш постепено или побрзо ќе исчезнуваат S-колониите, а сè побрзо ќе се размножуваат R-колониите. Причината е што R-формите се подобро адаптирани за живот и размножување на непогодни вештачки подлоги.

Ако пак, колонијата со S и R-форми се внесе во некое животно, тогаш ќе се размножуваат S-формите, бидејќи R-формите не можат да се спротистават на одбранбените сили на организмот. Ако пак колонијата со S и R-форми се внесе во некое животно кое е специфично отпорно (или имуно) кон тој вид на бактерија, тогаш ќе се размножуваат R-формите, а ќе исчезнат S-формите поради тоа што тие не можат да се спротистават на специфичните анти-S-имуни тела. Затоа кај заболените животни кои се имунизирани или се носители на причинителот на некоја заразна болест, во нив се наоѓаат R-формите на причинителот, односно бактеријата.

**ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема  
ФОРМИ НА ПРОМЕНЛИВОСТ**

1. Што се модификации?
2. Набројте некои примери за модификации!
3. Под кои влијанија настануваат модификациите кај микроорганизмите?
4. Какви промени во клетката на микроорганизмите настануваат како резултат на модификациите?
5. Какви модификации настануваат кај бактериските клетки како резултат на промените на супстратот во средината каде живеат?
6. Кои се нутритивни варијации?
7. Кои модификации настануваат при формирање на бактериските колонии?
8. Што се мутации?
9. Како настануваат мутациите?
10. Набројте некои примери за мутации!
11. Какви можат да бидат мутациите според начинот на настанување?
12. Што претставуваат гените?
13. Што е фенотип?
14. Што е генотип?
15. Кои се основните разлики помеѓу модификации и мутации?
16. Што е адаптација?

### 5.1.3. Форми на пренесување на гените кај бактериите (генетски рекомбинации)

Кај бактериите често настануваат промени во нивните особини поради пренесување на гените од една бактериска клетка на друга клетка од ист или друг вид на бактерии. Клетката која при тоа ги дава гените се нарекува *клетка-давател* или *донатор на генот*, клетката која ги прима гените се нарекува *клетка-примател* или *реципиент на генот*. Гените можат да се пренесуваат и од *бактериофагите* (вируси на бактериската клетка) на бактериската клетка, или обратно од бактериите на бактериофагот. Според тоа, и бактериофагот може да биде донатор или реципиент на генот.

Кога гените од една клетка ќе бидат пренесени во друга клетка, во таа клетка може да дојде до рекомбинација на генот. *Рекомбинацијата* е процес при кој пренесениот ген се спојува со хромозомот на клетката-реципиент. На тој начин хромозомот на клетката-реципиент ќе биде составен од гени на две бактериски клетки (клетката-донатор и клетката-реципиент). Тоа ќе доведе до формирање на рекомбиниран хромозом во клетката-реципиент. Внесените гени ќе предизвикаат разни промени во клетката-реципиент, во зависност од тоа кои особини ги одредуваат рекомбинираните гени. Таа рекомбинација на генот од клетката-донор и хромозомот на клетката-реципиент се нарекува *интеграција*. Но може да се случи гените на клетката-донор да бидат разградени во клетката-реципиент. Ова се случува доколку внесените гени во својата ДНК имаат редослед на бази кој не е компатибилен со редоследот на базите во ДНК на клетката-реципиент.

До рекомбинации на генот може да дојде со процесот на трансформација, конјугација и трансдукција. Бидејќи тие процеси се слични на сексуалните процеси кај повисоко организираниите живи суштества, но сепак, на некој начин различни, се нарекуваат *парасексуални процеси*.

**Трансформација.** Трансформацијата е процес на пренесување на гени кој се забележува при размножување на два сродни микроорганизми во иста средина. При тоа, доаѓа до рекомбинација на хромозомот на клетката-реципиент со гените откинати од клетката-донор. Со ова се добиваат нови клетки на едниот микроорганизам (или клетката-реципиент), кои имаат одредени особини од другиот микроорганизам (или клетката-донор). Овие промени настануваат како последица на размената на генетски материјали кои се наследни. На пример, кога стрептококите кои се апатогени и изолирани од сирењето, се култивираат заедно со стрептококите, причинители на болеста шарлах, некои потомци на стрептококите изолирани од сирењето стекнуваат особини да произведуваат еритрогени токсини кои се специфични за причинителот на шарлах.

**Конјугација.** Конјугацијата претставува начин за примитивно спарување меѓу две бактериски клетки, процес кој асоцира на сексуалното спарување кај повисоко организираниите живи суштества. Конјугацијата значи физички контакт меѓу две генетски различни бактериски клетки од ист или сличен вид, со помош на таканаречен „*конјугационен канал*“. Тогаш многу често се случува генетска супстанција од клетката-донор да преоѓа во клетката-реципиент. За разлика од трансформацијата, при овој процес се пренесува поголем дел од хромозомот, со поголем број гени, од клетката-донор во клетката-реципиент.

Некои видови бактерии (се претпоставува и сите прокариотски клетки), покрај клеточниот хромозом имаат ситни, прстенести, независни единици, изградени од двосинциреста ДНК, кои се размножуваат независно од хромозомот. Тие слободни независни ДНК единици во цитоплазмата на бактериската клетка се нарекуваат *плазмиди*. Тие не се неопходни за живот на бактериската клетка.

Плазмидите се откриени благодарение на тоа што контролираат одредени функции во клетката (отпорност кон различни антибиотици, создавање на некои ензими, хемолизини и друго), кои не се под контрола на хромозомите. Затоа, често се нарекуваат *екстрахромозомски фактори*. Плазмидите се поделени на две големи групи: крупни плазмиди и ситни плазмиди.

**Крупните плазмиди** уште се нарекуваат и **конјугативни (самопренесувачки)**. Тие имаат способност во клетката каде се наоѓаат да кодираат синтеза на апарат за сопствено пренесување во други бактериски клетки со конјугација. Мал дел од овие плазмиди може да се пренесуваат во други бактериски клетки со трансформација или трансдукција. Во оваа група припаѓаат F, R и некои бактериоциногени плазмиди;

**Ситните плазмиди**, кои уште се нарекуваат **неконјугативни**, не се способни сами да го организираат своето пренесување во други бактериски клетки. Овие плазмиди, исто така, се реплицираат самостојно. Често пати, можат да се интегрираат со хромозомот на клетката во која се наоѓаат, па се нарекуваат *еписоми*. Повеќето еписоми во друга клетка се пренесуваат со меѓуклеточна конјугација, а помал дел со трансдукција.

Кога плазмидите со трансформација, конјугација или трансдукција ќе се пренесат во клетката-реципиент, тогаш со нив се пренесуваат и сите гени кои ги носат со што клетката добива цела низа нови особини. Меѓу многубројните плазмиди најпознати и најпроучувани се F-плазмид, R-плазмид, бактериоцин, плазмид кој ја кодира синтезата на пеницилиназата во стафилококите, Ent-плазмид, H<sub>ly</sub>-плазмид и други.

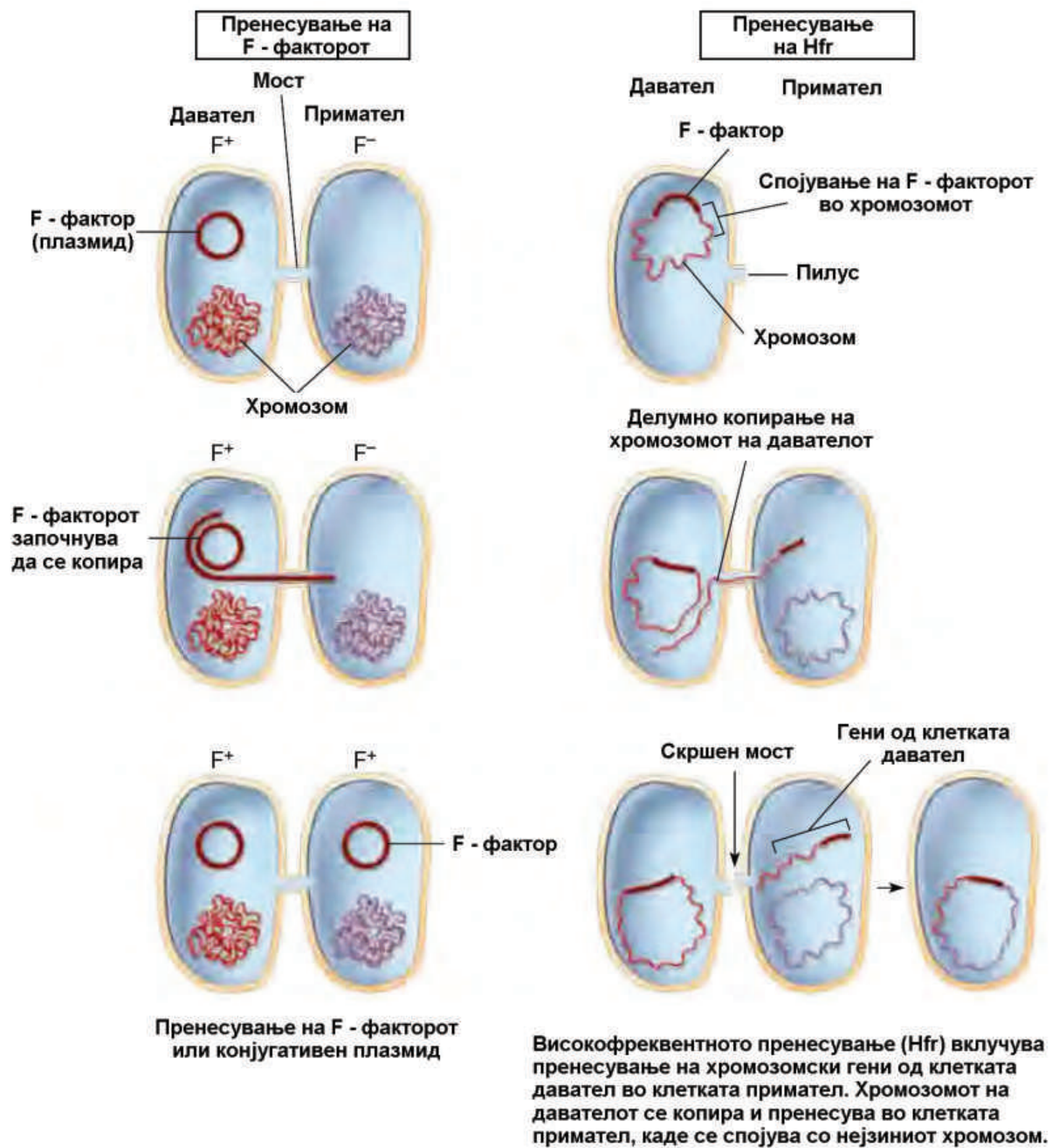
**F-плазмидот** (F-фактор) е најпроучуван плазмид. Се пренесува со конјугација, и означен е како полов фактор (*sex*-фактор), или фертилитетски. Плазмидот F ја поттикнува синтезата на специфични полови (*sex*) пили или фимбрии, кои го создаваат конјугациониот мост помеѓу клетката-донор и клетката - примател. Клетките кои располагаат со овој фактор се нарекуваат машки клетки или F<sup>+</sup>, додека клетките кои го немаат се викаат F<sup>-</sup> или женски клетки. Значи, F-факторот ја одредува бактериската клетка во која се формира сексуалната фимбрија. Со таа фимбрија F<sup>+</sup> клетка ќе се поврзе со F<sup>-</sup> или женската клетка. Со тоа F<sup>-</sup> ќе стане F<sup>+</sup> клетка, а во нив плазмидот ќе се реплицира.

Според тоа, F-факторот ја предизвикал конјугацијата и сопственото пренесување. Со оваа конјугација, на пример, клетката-примател или сега F<sup>+</sup> ќе синтетизира полисахариди кои се разликуваат од полисахаридите кои ги синтетизирала пред конјугацијата, значи настанале генетски промени. При конјугацијата на F<sup>+</sup> со F<sup>-</sup> клетката, ретко настанува размена на хромозоми, со што генската рекомбинација не е честа појава. Но, понекогаш F-факторот може да се интегрира во хромозомот на F<sup>+</sup> клетки.

Тие клетки се разликуваат од останатите F<sup>+</sup> клетки по тоа што во нив F-факторот не е автономен, туку е интегриран во нивниот хромозом. Тие клетки се нарекуваат Hfr-клетки (*High frequency of genetic recombination*-висока зачестеност на генетска рекомбинација). Кај нив F-факторот се реплицира заедно со хромозомот, па при конјугација се пренесува и дел од хромозомот, кога настанува и рекомбинација со хромозомот на F<sup>-</sup> клетка. При тоа, F<sup>-</sup> клетката не станува F<sup>+</sup> клетка, но стекнува низа нови гени од хромозомот на Hfr-клетката, а со тоа и низа на нови особини.

**Col-фактор** е плазмид кој ја одредува продукцијата на една протеинска супстанција која се нарекува бактериоцин. Бактериоциноот е отровен производ кој го синтетизираат некои бактерии, како Грам (+), така и Грам (-). Оваа супстанција прв пат била откриена кај некои соеви на *Escherichia coli*, па заради тоа била наречена колицин. Подоцна е најдена кај разни бактерии, па го добила заедничкото име бактериоцин.





Слика 22 . Пренесување на генетскиот материјал помеѓу бактериските клетки со конјугација

Соевите на бактерии кои продуцираат бактериоцини се нарекуваат бактериоциногени соеви. Повеќето бактериоциногени плазмиди го спречуваат лачењето на сопствените бактериоцини. Кога ќе престане оваа блокада во синтезата на бактериоцините, тогаш тие се синтетизираат и доведуваат до распаѓање на бактериската клетка. Бактериоцините се токсични за другите соеви на истиот вид или за сродни видови на бактеријата која ги синтетизира. Тие се адсорбираат на површината на приемливите бактериски клетки со врзување за специфични рецептори. Бактериоцините се многу токсични, така што, доволно е само една молекула да се врзе за приемливата клетка и таа да биде уништена. Механизмите на нивното токсично делување не се доволно познати. Се претпоставува дека некои ја разградуваат бактериската ДНК, други ја спречуваат синтезата на ДНК или РНК, а со тоа ја спречуваат и синтезата на протеините. Некои од бактериоцините делуваат на цитоплазматската мембрана на бактериската клетка, со што ја нарушуваат нејзината пропустливост и активниот транспорт преку неа. Бактериите кои носат бактериоциногени плазмиди се отпорни на дејството на бактериоциноот. Тие соеви на бактерии кои синтетизираат бактериоцини, можат да бидат колку корисни, толку и штетни за организмот во кој се наоѓаат. Доколку бактериоциногените соеви се нормална микрофлора на животинскиот организам, тогаш со своите бактериоцини ги убиваат патогените микроорганизми кои навлегуваат во организмот. Но, во спротивен случај, ако патогените бактерии кои навлегуваат во организмот на животните се бактериоциногени соеви, тогаш тие ја уништуваат нормалната микрофлора, ја намалуваат одбранбената способност на организмот и предизвикуваат болест.

**R-плазмиди (R-фактори)** се плазмиди кои ја одредуваат отпорноста на бактериската клетка спрема антибиотици и хемиотерапеутици. Бактериите кои имаат ваков плазмид можат со конјугација да го пренесат на друга бактериска клетка, така што, тие стануваат резистентни спрема одредено антимикробно средство. Таа пренослива отпорност се нарекува *инфективна резистенција на антибиотици*. Клетките кои имаат R-фактор се  $R^+$ , додека оние кои немаат се  $R^-$  клетки. Механизмот на нивното дејство се должи на синтезата на ензими кои ги инактивираат антибиотиците. Пренесувањето на резистенцијата кон антимикробни супстанции има големо медицинско значење, бидејќи ја отежнува примената на антибиотици и други лекови при терапирањето на одредени болести. Утврдено е дека овие плазмиди постоеле во бактериите и пред да почне употребата на антибиотици во терапирањето на болестите. Според тоа, антибиотиците не ја потикнале синтезата на R-плазмидите. Употребата на антибиотици во хуманата и ветеринарната медицина само довело до селекција на R-плазмидите.

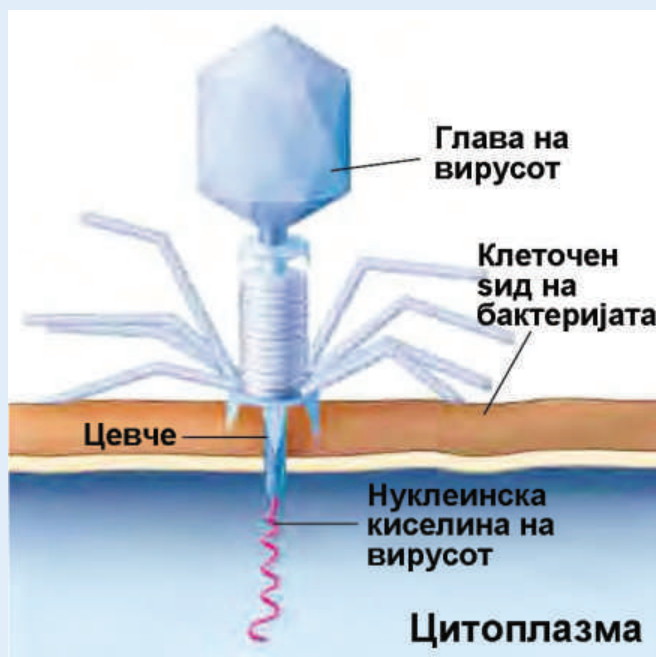
Некои соеви на стафилококи и други Грам (+) бактерии кои се отпорни на пеницилинот, располагаат со еден плазмид кој ја одредува продукцијата на ензимот пеницилиназа, кој го разградува пеницилинот. Тој плазмид се нарекува пеницилиназа-плазмид и не може да се пренесе од клетката која го има, во клетката која го нема со конјугација, туку само со трансдукција или можеби со трансформација.

На крај, важно е да се напомене дека кај плазмидите постои инкомпатибилност. Тоа значи дека генетски сродните плазмиди не можат да опстанат истовремено во една клетка.

**Трансдукцијата** претставува механизам за пренесување на делови од генетскиот материјал на една бактериска клетка на друга бактериска клетка со помош на вирусите кои се размножуваат во бактериската клетка. Тие вируси на бактериските клетки се нарекуваат бактериофаги. Бактериофагите со размножување во клетката-давател може да вгради дел од бактериската ДНК во сопствената ДНК. Кога бактериофагите ќе нападнат друга бактериска клетка тогаш можат да пренесат дел од ДНК на клетката-давател.

На тој начин можат да се пренесат многу особини на клетката-примател: способност за синтеза на токсини, потреба за одредени хранливи материи, синтеза на различни ензими, отпорност према антибиотици и друго.

Во зависност од видот на бактеријата во кои паразитираат бактериофагите, тие го добиваат и своето име. На пример, доколку паразитираат на бактеријата *Escherichia coli* се нарекуваат коли-фаги; протеус-фаги се оние кои паразитираат во бактериите од родот *Proteus*. Морфолошки, фагите се изградени од глава и опашка. Главата на фагот е изградена од една нишка на двосинцирна ДНК, обвиткана со протеинска обвивка. Фагите меѓусебно се разликуваат по морфологијата на опашката. Таа се состои од три дела: од цевче, околу кое има еластична обвивка и завршува на базална плочка на која се прицврстени фимбрилите на опашката. Базалната плочка на долниот крај има неколку израстоци во вид на боцки. Фагите се размножуваат само во клетките на бактериите и најверојатно на протозоите (едноклеточни паразити). Во зависност од начинот на размножување има два вида на фаги: вирулентни и умерени.



Слика 23. Пробивање на бактериската клетка од страна на бактериофагот и внесување на вирусната ДНК

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ФОРМИ НА ПРЕНЕСУВАЊЕ НА ГЕНИТЕ КАЈ БАКТЕРИИТЕ (генетски рекомбинации)

1. Кои се начини за пренесување на гените помеѓу бактериските клетки?
2. Како се нарекуваат бактериските клетки кои даваат гени?
3. Како се нарекуваат бактериските клетки кои примаат гени?
4. Што претставува процесот на рекомбинација на генот?
5. Со кои процеси настанува рекомбинација на генот?
6. Како настанува пренесувањето на гените со трансформација?
7. Наведете пример за трансформација!
8. Како настанува пренесувањето на гените со конјугација?
9. Наведете некои примери за конјугација!
10. Што се плазмидите?
11. Каков плазмид претставува F-плазмидот?
12. Како се нарекуваат бактериските клетки кои поседуваат F-фактор?
13. Што претставува Col-факторот?
14. Која е функцијата на R-плазмидот?
15. Што претставуваат бактериофагите?
16. Како настанува пренесувањето на гените со трансдукција?

## 5.2. ГЕНЕТИКА НА ВИРУСИТЕ

Хемискиот состав на нуклеинските киселини на вирусите не се разликува од оној на нуклеинските киселини на бактериите. Градбата и структурата на полинуклеотидниот синџир од кој е формиран молекулот на нуклеинската киселина е стабилна и специфична за секој вирус. Кај вирусите се најдени четири типа нуклеински киселини: двосинџирна ДНК, едносинџирна ДНК, двосинџирна РНК и едносинџирна РНК. Вирусите уште почесто се менуваат од бактериите. Тие имаат многу краток животен век, па за многу кратко време се изменуваат повеќе генерации отколку за неколку десетици илјади години кај повисоко организирани живи организми. Наследната маса кај вирусите е заштитена само со протеинска обвивка, па врз нив посилно може да делуваат разни мутагени агенси. За време на размножувањето на вирусите во клетката-домаќин, во фазата на еклипса и интеграција, многу лесно може да дојде до погрешно поврзување на одделни бази од синџирот на ДНК, или да настанат други нарушувања во синтезата на нивната нуклеинска киселина.

### 5.2.1. Форми на варијација кај вирусите

И кај вирусите варијациите можат да бидат фенотипски или модификации и генотипски или мутации.

**Модификациите**, како и кај бактериите доведуваат до промена на фенотипот. Генотипот на вирусите при тоа не се менува. Тие промени не се наследни. Најчесто настануваат во стадиумот на интеграција при размножувањето на вирусите.

**Мутациите**, исто како и кај бактериската клетка, се резултат на промените во геномот, односно нуклеинската киселина на вирусите. Механизмот за настанување на мутациите е ист како и кај бактериската клетка. Тие настануваат поради промена во редоследот на базите во нуклеинската киселина, или поради добивањето или загубата на еден или повеќе нуклеотиди. Мутациите кај вирусите, исто така, може да бидат спонтани и индуцирани. Рекомбинацијата е честа причина за појава на мутации кај вирусите. Кога во иста клетка ќе навлезат два различни вируса, нивните нуклеински киселини може да се рекомбинираат.

**Дефектни вируси.** Постојат вируси кои можат да навлезат во клетката-домаќин која за нив има рецептори, но во неа не можат да се размножуваат. Кај нив има некој дефект во геномот. Ако таквиот дефектен вирус навлезе во клетката заедно со комплетен вирус, или таков вирус веќе се наоѓа во клетката, тогаш дефектниот вирус користејќи го геномот на комплетниот вирус може да го надокнади она што недостасува во неговиот геном и да почне да се размножува.

**Зоолошката адаптација** се состои во тоа што некој вирус кој нормално живее во клетката на еден вид животно, се адаптира и добива способност да живее во клетката на некој друг вид животно. Такви примери се вирусот на инфлуенцата кај живината (птичјиот грип) и вирусот на инфлуенцата кај свињите (свинскиот грип), кои се адаптираат и ги напаѓаат луѓето кај кои предизвикуваат тешки заболувања со голема смртност.

*Хистолошката адаптација* претставува варијација кога еден вирус добива способност да навлезе во клетките на ткива, во кои претходно не можел да навлезе. На пример, вирусот на зашките ги заразува клетките на паротидната жлезда, но може да ги зарази и мозочните клетки и да предизвика тешко воспаление во него.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ГЕНЕТИКА НА ВИРУСИТЕ

1. Дали се разликуваат нуклеинските киселини на вирусот од нуклеинските киселини на бактериската клетка?
2. Зошто кај вирусите мутагените агенси имаат посилно дејство?
3. Какви модификации и мутации настануваат кај вирусите?
4. Што се тоа дефектни вируси?
5. Што претставува зоолошката адаптација кај вирусите?
6. Што претставува хистолошката адаптација кај вирусите?



## ТЕМИ ЗА ПОТТИКНУВАЊЕ НА НАУЧНОТО РАЗМИСЛУВАЊЕ

1. Генетски модифицирани организми.
2. Генетски инженеринг и негова примена во ветеринарната медицина.
3. Употреба на PCR (Polimeraza Chain Reaction) техниките за идентификација на микроорганизмите.
4. Модификацијата и адаптацијата на патогените микроорганизми како опасност по здравјето на животните.
5. Употреба на бактериофагите во ветеринарната медицина.



## 6. ИНФЕКЦИЈА



## СОДРЖИНА НА НАСТАВНАТА ТЕМА

ПОИМ ЗА ИНФЕКЦИЈА

КАРАКТЕРИСТИКИ НА БАКТЕРИСКАТА ИНФЕКЦИЈА

КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВИРУСНИТЕ ИНФЕКЦИИ

ПАТОГЕНОСТ И ВИРУЛЕНЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

ФАКТОРИ КОИ ВЛИЈААТ ВРЗ ПАТОГЕНОСТА НА БАКТЕРИИТЕ

ПАТОГЕНОСТ И ВИРУЛЕНЦИЈА НА ВИРУСИТЕ

ПАТОГЕНОСТ НА ГАБИТЕ

## 6.1. ПОИМ ЗА ИНФЕКЦИЈА

Поголемиот дел од микроорганизмите не можат да ги совладаат природните одбранбени механизми на животните и човекот и не можат да предизвикаат болести кај нив. Таквите микроорганизми се *сапрофитни* или *апатогени*. Помеѓу големиот број микроорганизми постојат околу 400 видови кои предизвикуваат различни заболувања кај луѓето и животните. Микроорганизмите кои можат да ги поминат природните одбранбени механизми на организмот - домаќин и со своето размножување во ткивата на домаќинот да предизвикуваат инфективни или заразни болести се викаат *патогени микроорганизми*.

Во текот на последните години се дојде до сознание дека и многу други микроорганизми, за кои се сметаше дека не можат да предизвикаат заразни болести, сепак, се причинители на заразни болести кај луѓето и животните. Тие микроорганизми се дел на нормалната микрофлора во организмот на животните, пред сè, во органите за варење и дишење. При одредени услови, најчесто под влијание на неповолните надворешни фактори, тие можат да предизвикаат инфекција, па ги нарекуваме *условно патогени микроорганизми*.

Под поимот инфекција се подразбира многу сложен процес кој се одвива во живиот приемлив организам кога во него ќе навлезат патогени, вирулентни микроорганизми. Видот на живото суштество во кое можат да навлезат патогените микроорганизми во природни услови, во него да се одржат, размножат и предизвикаат заболување се нарекува *домаќин*. Под поимот инфекција не се подразбира само навлегување на микроорганизмите во организмот на животните, туку и сите процеси кои настануваат како резултат на интеракцијата меѓу микроорганизмот и организмот на животните и човекот. Оваа интеракција опфаќа размножување на микроорганизмот во организмот на животните, негово патогено делување, реагирање на организмот на присуството и дејството на микроорганизмот, како и изменетата имунолошка реакција која настанува при меѓусебниот однос на микроорганизмите и организмот на животното. Инфекцијата, истовремено е процес во кој покрај микроорганизмите и организмот на животните, учествуваат и неспецифични фактори од средината во која се одвива животот. Појавите во кои учествуваат сите овие три фактори (микроорганизмот, макроорганизмот и влијанието на средината) се меѓусебно испреплетени, и во текот на инфекцијата се менуваат. Разните дејствија кои во текот на инфекцијата се меѓусебно поврзани и понекогаш е тешко да се одреди кои од учесниците имаат поважна улога, формираат една целина која се нарекува инфекција.

Под *контаминација* се подразбира присуство на микроорганизми на неживи предмети, различни супстанции или на површината на телото на животните и човекот. Неживите предмети, различните супстанции и живите суштества на чија површина се наоѓаат микроорганизмите не покажуваат реакција на нивното присуство, па затоа не може да се каже дека се инфицирани. Обично терминот контаминација се користи за присуство на микроорганизми во водата, почвата, прехранбените артикли или површинскиот слој на кожата на животните.

Инфекцијата може да биде предизвикана од еден или повеќе микроорганизми. Постоенето на инфекција во организмот на животните може да се манифестира со појава на клинички знаци карактеристични за одредена болест, или да нема клинички видливи симптоми. По престанокот на инфекцијата, во некои случаи животното може повторно да заболи од истата болест од која било претходно болно.

Може да се случи, за време на инфекцијата, во организмот на животното, повторно да биде внесен истиот микроорганизам што ја предизвикал инфекцијата. Сите овие промени можат значително да влијаат на текот на инфекцијата. Постојат повеќе класификации на инфекциите во зависност од тоа кој микроорганизам е причинител на инфекцијата, колку микроорганизми учествуваат во инфицирањето (заразувањето) на животните, текот на инфекцијата, манифестирање на симптомите на инфекцијата и завршувањето на инфекцијата.

**Проста инфекција.** Кога во организмот на приемливото животно ќе навлезат само микроорганизмите од еден вид и започнат со своето патогено делување, тогаш се работи за проста инфекција. Пример за ваков вид на инфекција се повеќето заразни болести: лигавка и шап, чума кај говедата, антракс, туберкулоза и многу други).

**Сложена инфекција.** Кога во организмот на приемливото животно истовремено или приближно истовремено ќе навлезат два, три или повеќе видови на микроорганизми и започнат со патогено делување, тогаш се работи за сложена инфекција. Пример за сложена инфекција претставува појавата на малиген едем, кој настанува како резултат на патогеното делување на *Clostridium septicum*, *Clostridium gigas* и *Clostridium histolyticum*. Во сложените инфекции, покрај патогените микроорганизми можат да учествуваат и сапрофитски микроорганизми кои се дел од нормалната микрофлора. Кај повеќето сложени инфекции може да се одреди кој микроорганизам ја има примарната улога во настанувањето на инфекцијата, а кои микроорганизми споредната улога. Во сложените инфекции може да учествуваат две или повеќе видови бактерии (малиген едем), два или повеќе вируси (грип кај прасињата, свинска чума), или може да учествуваат вирус и бактерија (пастерелоза).

**Латентна (скриена) инфекција.** Кога по продирањето на микроорганизмот во организмот на животните и човекот, сите реакции се одвиваат сокриено, невидливо, односно кога изостанува локалната и општата реакција, тогаш се работи за латентна инфекција. Ова се случува кога во организмот ќе навлезе мала количина од вирулентните микроорганизми (субморбидна), недоволна да предизвика максимален патоген ефект, или ако навлезат доволен број, но слабо вирулентни микроорганизми, или ако приемливиот организам поседува одреден степен на отпорност кон тој микроорганизам. Кога постои латентна инфекција, микроорганизмот само поминува низ организмот на животните, се задржува пократко или подолго време без да предизвика знаци на заболување. Таквите животни кај кои постои латентна инфекција се носители на патогени микроорганизми (носители на микроби) и преносители на заразни болести. Доказ дека постои или постоела латентна инфекција е можен само со правење на биолошки опит или серолошки реакции.

**Реинфекција-рецидив.** Кога во организмот на животните по преболување на некоја заразна болест или по латентната инфекција, нема повеќе микроорганизми кои ја предизвикале таа инфекција, но, ако по одредено време повторно навлезат микроорганизми од ист вид и предизвикаат иста инфекција, тогаш се работи за реинфекција (повторна инфекција). Меѓутоа, кога по завршувањето на болеста ќе дојде до клиничко оздравување, но микроорганизмот, причинителот на болеста сè уште е присутен во животните, и ако по одредено време животното повторно заболи од истата болест тогаш станува збор за рецидив.

**Суперинфекција.** Ако во текот на инфекцијата во макроорганизмот повторно навлезат микроорганизми од ист вид како оние кои ја предизвикале инфекцијата, тогаш тие влијаат на текот на болеста и станува збор за суперинфекција.



**Неспецифични фактори за настанување на инфекција.** Сите услови од околината во која се наоѓаат микроорганизмите и организмот на животните, кои имаат влијание врз настанувањето и текот на инфекцијата се нарекуваат неспецифични фактори за настанување на инфекцијата. Овие фактори можат да бидат од ендогено и егзогено потекло. *Ендогените фактори* потекнуваат од самиот организам на животните. Овие фактори играат пресудна улога во настанувањето на инфекцијата, бидејќи за настанување на секоја инфекција неопходен е контактот на микроорганизмот со организмот на животните. Ендогените фактори кои влијаат врз појавата на инфекција се: физиолошката состојба на животното, гладувањето, авитаминозите, другите инфекции, старост на животното, имунолошкиот статус и други. *Егзогените фактори* потекнуваат од средината во која се наоѓаат животните и микроорганизмите. Тие фактори се значајни за ширењето на инфекцијата и патиштата за нејзино пренесување од заболено животно на здраво животно. Во неспецифични фактори од околината се вбројуваат: климата, годишното време, елементарните непогоди, составот и микрофлората на почвата, водата и воздухот, начинот на одгледување и исхрана на животните, трговијата со животни и нивни производи, начинот на искористување на животните, населеност и едукација на населението, разни незаразни болести, паразитарни болести и уште многу други фактори.

#### **ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ПОИМ ЗА ИНФЕКЦИЈА**

1. Што претставува инфекцијата?
2. Кои се трите неопходни фактори за настанување на инфекција?
3. Што е контаминација?
4. Што претставуваат клиничките симптоми на одредена инфекција?
5. Кои се прости инфекции?
6. Кои се сложени инфекции?
7. Кои се латентни инфекции?
8. Што претставува суперинфекцијата?
9. Што претставува реинфекцијата/рецидивот?
10. Кои се неспецифични фактори за настанување на инфекција?

## 6.2. КАРАКТЕРИСТИКИ НА БАКТЕРИСКАТА ИНФЕКЦИЈА

Во сложениот процес на инфекција, кој настанува со дејството на бактериите, организмот на животните и неспецифичните фактори, доаѓа до различни појави и промени кои меѓусебно се испреплетени и условно поврзани. Сите тие промени можат да се сфатат како одделни фази на еден единствен процес кој се нарекува инфекција. Тие фази се следните: инфицирање, инкубација, локална реакција, општа реакција, реконвалесценција, оздравување, имунитет, алергија и смрт.

**Инфицирање.** Под овој поим се подразбира навлегување на бактериите во организмот на животните. Инфицирањето може да настане со продирање на вирулентни и авирулентни соеви на патогени или апатогени видови микроорганизми. Ако во животните навлезат авирулентни патогени микроорганизми, тие во него се задржуваат одредено време и не предизвикуваат нарушувања во здравствената состојба. Кога во организмот на животните навлезе доволно количество вирулентни патогени микроорганизми, тогаш настанува инфекција. **Врата на инфекцијата** е местото преку кое микроорганизмот навлегува во организмот, и претставува значаен фактор за појава на болеста. Само неколку видови бактерии можат да навлезат преку неповредена кожа. Најголем број инфекции настануваат преку лигавицата на органите за варење, дишење, мокрење и преку конјунктивата. Повеќето бактерии имаат специфична врата на инфекција, па во организмот на животните не можат да навлезат преку друго ткиво. На пример, цревните патогени бактерии можат да навлезат само преку органите за варење, а не можат да предизвикаат инфекција преку повредена кожа. Од друга страна пак, органите за варење се неповолна средина за делување на стафилококите кои предизвикуваат локални гнојни промени на кожата.

Инфекцијата која настанува преку органите за дишење се нарекува **аерогена инфекција**, преку органите за варење-**алиментарна**, преку органите за уринирање и половите органи-**урогенитална**, а преку конјунктивите на очите - **конјунктивална**. Ако инфективниот агенс се пренесе од мајката на плодот тогаш инфекцијата настанала преку постелката, па се нарекува **плацентарна инфекција**, а ако новороденото животно се инфицирало преку папокот тогаш станува збор за **умбиликална инфекција**. Сите овие примери за пренесување на инфекцијата претставуваат хоризонтален пат за ширење на инфекцијата. Ако пренесувањето на инфекцијата настанува од мајката на јајните-клетки, таквите инфекции се нарекуваат **герминални инфекции** (инфекции кои настануваат при делбата на клетките), а таквиот пат се нарекува **вертикален пат за ширење на инфекцијата**. Всушност, **преносливоста на микроорганизмите** е нивната способност на разни начини и по разни патишта да се пренесат до влезната врата на својот домаќин. Тие можат да се пренесуваат од човек на човек, од човек на животно, од животно на човек и од животно на животно. Тоа пренесување може да биде преку **директен контакт** (допир, каснување, отворени рани, полов однос и други начини) или индиректно преку приборот, опремата, прехранбените производи, воздухот, водата, почвата. **Индиректното пренесување** на микроорганизмите може да настане и преку некои вектори за пренесување, како што се некои видови комарци, вошки, крлежи и други членконоги.

**Инкубација.** Времето кое поминува од моментот на инфицирање до појавата на првите клинички знаци (симптоми) на болеста се нарекува инкубација или инкубационен период. На должината на инкубациониот период влијаат вируленцијата на бактериите и нивното влезно количество. Не мора секогаш да е правило, но може да се каже дека инкубацијата е пократка ако во организмот навлезе поголемо количество патогени бактерии, и обратно. Организмот од своја страна, по навлегувањето на бактериите, го организира својот одбранбен систем што, исто така, влијае на должината на инкубациониот период. Факторите од околината, како што се недоволната исхрана, прекумерното искористување на животните и нивното нехигиенско држење, имаат негативно влијание на реактивната способност на животните (способноста на животните на внесените бактерии кои претставуваат антигени, да синтетизираат антитела и да се бранат). Споменатите фактори доведуваат до слабеење на општата отпорност на организмот, што може да го скрати инкубациониот период. Кај повеќето заразни болести инкубацијата изнесува од 2 дена до 2 недели.

**Локална реакција.** Борбата помеѓу бактериите и организмот на животните започнува на самото место каде навлегуваат микроорганизмите (врата на инфекцијата). Како резултат на таа борба може да се појави локална реакција на ткивата во вид на воспалителен процес, што всушност претставува заштита на организмот, со цел да се спречи патогеното делување на микроорганизмот. Локалната реакција се јавува кај бактериските инфекции, додека многу поретко кај вирусните инфекции. Ова е резултат на ензимскиот систем кој го поседуваат бактериите, и кој им овозможува размножување во меѓуклеточниот простор на ткивата во организмот на животното-домаќин. Хетеротрофните микроорганизми, во кои припаѓаат сите патогени бактерии, ги користат протеините, јаглехидратите и мастите од средината во која се наоѓаат по пат на селективна осмоза. Со својот ензимски систем бактериите ги разложуваат овие материи и со тоа добиваат енергија и меѓупроизводи кои се користат за биосинтеза на сопствените структури. Некои ензими, бактериите ги излучуваат во околината на бактериската клетка. Тие егзоензими ги разложуваат крупните молекули на органската материја на попусти соединенија кои бактериската клетка може да ги искористи. Егзоензимите заедно со продуктите од метаболизмот на бактериите кои ги испуштаат во ткивата на животните, играат значајна улога во развојот на патолошкиот процес.

**Општа реакција или болест.** Општата реакција, всушност, претставува болест која се манифестира со клинички симптоми. Болеста може да заврши со оздравување со создавање на имунитет, оздравување без создавање на имунитет, алергиска реакција или со смрт. Болест и инфекција не се исти поими. Болеста претставува само фаза од инфекцијата. Во оваа фаза се манифестира борбата помеѓу организмот на животните и микроорганизмот. Зависно од должината на траење, болеста може да има перакутен, акутен, субакутен и хроничен тек. Ако болеста трае многу кратко време (неколку минути до неколку часа), тогаш таа има перакутен облик, ако трае неколку дена, тогаш има акутен облик. Кога болеста трае околу десеттина дена таа има субакутен тек, а ако трае неколку недели, месеци или години тогаш се работи за болести со хроничен тек. Во текот на болеста, микроорганизмите од влезната врата преоѓаат во некое ткиво или орган кон кој имаат афинитет. Понекогаш микроорганизмите остануваат само на влезното место и тука го исполнуваат своето патогено делување. Ако бактериите се пренесуваат од влезното место до целните ткива и органи со помош на крвта, без во неа да се размножуваат, тогаш таа појава се нарекува *бактериемија*, а доколку во крвта и се размножуваат тогаш станува збор за *септикемија* или *сенса*.

Ако со крвта се разнесуваат бактерии кои предизвикуваат гнојни процеси, станува збор за **пиемија**. Доколку таквите бактерии се размножуваат во крвта, тогаш таквата состојба се нарекува **пиосептикемија**. Ако при вирусните инфекции вирусот се наоѓа во крвта, без разлика дали се размножува во крвните клетки, таа појава се нарекува **виремија**. Ако микроорганизмите се размножуваат локално, а во крвта се наоѓаат само нивните токсини (отрови), таа состојба се нарекува **токсемија**. **Интоксикација** настанува кога животното ќе внесе храна во која се наоѓаат токсините на некој микроорганизам. Во текот на болеста заболените животни покажуваат клинички симптоми на болеста кои може да ги поделиме на општи и карактеристични симптоми за одредена болест. Во општите клинички симптоми на болеста спаѓаат: покачена телесна температура, намалување на функцијата на органите за варење, забрзана работа на срцето (тахикардија), губење на апетитот (инапетенција), помали или поголеми крвавења и друго. Карактеристичните клинички симптоми за одредена болест се многу значајни за поставување на точната дијагноза. На пример, интензивно чешање и гризење на животните е карактеристичен симптом за Аујецкиевата болест (лажно беснило), појавата на отоци по кожата на свињите е карактеристичен симптом за субакутната форма на црвениот ветар, проливите се карактеристични за црвените инфекции и други.

**Состојба на реконвалесценција.** По секоја инфективна болест, потребно е да помине одредено време за да може организмот на животните да ги надокнади изгубените резерви на протеини, јаглехидрати, масти и витамини, кои ги изгубил во текот на болеста. Ова време се нарекува реконвалесценција. Таа кај некои болести е подолга (на пример, свинска чума, грип кај прасињата), а кај други болести пократка (црвен ветар кај свињите).

**Оздравување.** Оваа фаза од инфекцијата може да настане веднаш по локалната реакција или по општата реакција. Кога станува збор за оздравување тоа може да биде во клиничка смисла (кога болното животно повеќе нема симптоми на болеста), патолошко-анатомска смисла (кога нема патолошки промени по ткивата и органите) и бактериолошка смисла (кога микроорганизмите исчезнале од организмот на животните). Кога животното нема клинички симптоми на болеста и нема патолошки промени, но причинителите на болеста во неговиот организам се задржуваат уште некое време, тогаш таквото животно е носител на микроорганизмот (носител на микроби). Таквите животни доколку дојдат во контакт со здрави животни ја шират инфекцијата. Кај хроничните инфекции често се случува да нема клинички знаци на болеста, но во организмот на инфицираните животни постојат патоанатомски промени и причинители на инфекцијата.

**Имуитет.** Имуитетот претставува отпорност на организмот спрема некоја болест. Познато е дека некои животни се природно отпорни кон некои болести. Оваа природна отпорност, главно е поврзана со одредени животински видови, а во некои случаи, може да биде поврзана со староста на животните. На пример, од свинска чума заболуваат само свињите, додека другите животни се природно отпорни или резистентни кон оваа болест. Понатаму, од црвен ветар заболуваат само помладите категории на свињи, додека постарите се отпорни на оваа болест. **Природната отпорност**, уште се нарекува **резистенција**, не е специфична за одреден причинител, туку е одредена од природните фактори во организмот кои се одредени со гените. Покрај резистенцијата, животните можат и да стекнат отпорност кон одредени микроорганизми и во текот на животот. Оваа отпорност е **стекната отпорност** или **имуитет**, и организмот може да ја стекне по активен или пасивен пат. **Активниот** и **пасивниот имуитет** може да бидат *природни* и *вештачки*.

**Активниот природен имунитет** настанува кога животното под природни услови ќе заболети од некоја болест, истата ќе ја преболи и ќе остане имуно кон таа болест. **Активниот вештачки имунитет** се постигнува со вакцинирање на животните (внесување во организмот на живи-ослабнати или инактивирани микроорганизми). **Пасивниот природен имунитет** го стекнуваат младите животни уште во феталниот развој преку постелката, или подоцна со поцицување на првото мајчино, колострално млеко. **Пасивниот вештачки имунитет** животните го стекнуваат со внесување во организмот на имун серум, кој содржи готови специфични антитела против одреден причинител на болест.

**Алергија.** Алергијата претставува еден вид имунитет при кој антителата и сензибилизираните лимфоцити делуваат и ги оштетуваат сопствените клетки, ткива и органи.

**Смрт.** Од досега изложеното се гледа дека инфекцијата претставува многу сложен процес кој протекува низ повеќе фази кои една од друга не се јасно издвоени. Смртта може да настане во различни фази од инфекцијата (во фазата на локална реакција, смртта настапува при антракс кај свињите, при општата реакција смртта може да настане кај повеќето заразни болести, во фазата на реконвалесценција кај свинската чума). Со смртта инфекцијата се прекинува, но не завршува. Угинатите животни од некоја заразна болест се извор на инфекции за здравите животни кои ќе дојдат во контакт со нивните мрши.

#### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема КАРАКТЕРИСТИКИ НА БАКТЕРИСКАТА ИНФЕКЦИЈА

1. Кои се фазите на инфекцијата?
2. Што се подразбира под поимот инфицирање?
3. Што претставува врата на инфекцијата?
4. Кои се најчести врати на инфекцијата кај животните?
5. Што претставува преносливоста на микроорганизмите?
6. Што е инкубација?
7. Што е локална реакција при инфекцијата?
8. Како настанува локалната реакција при бактериските инфекции?
9. Што е општа реакција или болест?
10. Што е бактериемија?
11. Што е септикемија?
12. Што е пиемија?
13. Што е пиосептикемија?
14. Што е виремија?
15. Што е токсемија?
16. Што е интоксикација?
17. Што опишува патогенезата на една болест?
18. Кои се општи клинички симптоми на една болест?
19. Кои се карактеристични клинички симптоми на една болест?
20. Што претставува состојбата на реконвалесценција?
21. Како може да биде оздравувањето на организмот од некоја инфекција?
22. Како може да заврши една инфекција?
23. Кои се карактеристиките на вирусните инфекции?
24. Како се делат инфекциите според времетраењето?



## 6.3. КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВИРУСНИТЕ ИНФЕКЦИИ

Ензимскиот систем кој го поседуваат бактериите им овозможува живот и размножување во сите средини во кои постои материја неопходна за нивна активност. Ова значи дека на бактериите за нивно размножување не им е неопходна друга жива клетка. Затоа при бактериските инфекции давањето на имун серум при терапијата има добар ефект, бидејќи тој доаѓа до местата (крв, ткивни течности, меѓуклеточни простори и друго), каде се наоѓаат и бактериските клетки.

Кај вирусните инфекции постојат одредени разлики во споредба со бактериските инфекции. Вирусите се задолжителни внатреклеточни (интрацелуларни) паразити. Со мал исклучок, вирусите немаат сопствен ензимски систем, туку за живот и размножување го користат ензимскиот систем на клетката-домаќин во организмот на животните. Кај повеќето вируси јасно е изразено диференцирањето во однос на видот животни, како и афинитетот кон одредени клетки и ткива на животното-домаќин. Особината на вирусите да се размножуваат во клетките на одредени ткива се нарекува *тропизам*, па така има неуротропни вируси, пневмотропни, епителотропни и други. Само мал број вируси не бираат клетки за размножување, туку се размножуваат во клетките на кое било животинско ткиво (пантропни вируси). Тоа ткиво кон чии што клетки вирусот има афинитет и рецептори се нарекува *рецептивно ткиво*, а за вирусот се вели дека има тропизам према тоа ткиво. Затоа, инфекцијата предизвикана од вирус треба да се разгледува преку односот вирус-клетка. Механизмот на навлегување на вирусот во рецептивната клетка се состои од неколку фази, кои беа опишани во поглавјето за размножување на вирусите. Само накратко, по апсорпцијата на вирусот за рецепторите на клетката-домаќин, тој навлегува во клетката, настанува дезинтеграција на вирусната честица, започнува репликацијата на нуклеинските киселини и синтезата на нови вирусни честици. Антителата кои ги синтетизира организмот на животните како одбрана против внесените вируси, може да го неутрализираат вирусот само додека тој не навлезе во клетката - домаќин. Ова значи дека антителата можат да имаат терапевтски ефект само додека вирусот е слободен во организмот на животните, односно во почетната фаза на виремијата (од влезната врата на вирусот, додека да стигне до слезината, црниот дроб или другите органи). Можноста за настанување на инфекција предизвикана од вируси, зависи од неколку фактори: од рецепторите на приемливата клетка-домаќин, можноста да настане контакт помеѓу вирусот и таа клетка, ефектот на токсичните материји кои настануваат како резултат на контактот на вирусот со клетката и од физиолошкиот и имунолошкиот одговор на организмот на животните.

**Облици на вирусни инфекции.** Вирусните инфекции можат да се манифестираат во повеќе облици. *Општи* или *генерализирани инфекции* се оние при кои вирусот се размножува во повеќе органи или ткива. *Локалните инфекции* се карактеризираат со размножување на вирусот во ограничени места на организмот. Вирусните инфекции се разликуваат и по должината на траење и по односот кој го воспоставува вирусот со организмот на животните при размножувањето. Така, вирусните инфекции зависно од времетраењето на процесот може да бидат акутни, хронични, латентни, перзистентни, а некои од нив може да бидат бавни.

*Акутните вирусни инфекции* се краткотрајни (обично траат неколку дена). Ако организмот ја преживее инфекцијата, вирусот исчезнува од организмот и останува имунитет со различно времетраење.

**Хроничните инфекции** траат долго, полека се развиваат, а симптомите на болеста се појавуваат во неправилни временски интервали и со различен интензитет.

Кај **латентните инфекции**, вирусот се наоѓа во организмот на домаќинот, меѓутоа нема клинички знаци на болеста. Вирусот се размножува во организмот, но меѓу него и организмот постои рамнотежа. Доколку се наруши таа рамнотежа, се појавуваат знаци на болеста.

**Перзистентните** или долготрајни **вирусни инфекции** се карактеризираат со долго задржување на вирусот во организмот. Вирусот се размножува во одредени клетки, во организмот постојано постои одредена виремија, но нема клинички знаци на болест, ниту пак имунолошка реакција поради присуството на вирусот.

**Бавните вирусни инфекции** имаат долготраен развој. Инкубацијата може да трае со месеци или години. Кога се појавуваат знаците на болеста се развиваат споро, но секогаш прогресивно и завршуваат со смрт. Имунолошка реакција не се појавува.

**Врата на инфекцијата, ширење во организмот и излучување на вирусите.** Вратата на инфекција е различна кај различни вируси. Ортомиксовирусите и парамиксовирусите го почнуваат своето дејствување со врзување за рецепторите на епителните клетки на лигавицата од органите за дишење. Вирусот на сипаниците, на чумата кај малите кутриња, и на чумата кај говедата, во организмот навлегуваат преку тонзилите (крајниците), па преку лимфниот систем се шират до другите лимфни јазли. Лимфните јазли на органите за варење, исто така, претставуваат влезна врата за многу вируси. Од таму, вирусите се разнесуваат преку лимфата или со фагоцитите во другите лимфни јазли. За мал број вируси, влезна врата на инфекцијата претставува лигавицата на урогениталните органи. Кожата претставува врата на инфекцијата само доколку на неа постојат механички повреди или рани од инсекти. Постелката, исто така, може да биде место на инфекцијата за некои вируси. Вирусите по навлегувањето се размножуваат во клетките на влезната врата, но не предизвикуваат локална реакција, како при бактериските инфекции.

**Патогенезата** (настанувањето на патолошките промени) на вирусната инфекција се должи на два основни принципа: деструкција или оштетување на клетката и неопластична трансформација на клетката. Оштетувањето на клетката може да настане како резултат на токсичното дејство од размножувањето на вирусот во неа. Понатаму, синтезата на протеини под дејство на вирусната нуклеинска киселина може да ја блокира клеточната биосинтеза или да предизвика оштетување на хромозомот. На крај, вирусните инклузии можат да ја оштетат клетката до тој степен што може да настане смрт на клетката. Неопластична трансформација на клетката под дејство на вирусот означува промени во градбата и функцијата на таа клетка. На ваков начин, со уништување на клетките од кои настануваат антителата, вирусите влијаат врз имунолошкиот одговор на организмот. Бројот на неопластично трансформирани клетки при вирусната инфекција е релативно мал.

Една од особините на вирусната инфекција е да поттикнат создавање на интерферон во инфицираната клетка. *Интерферонот* претставува протеин со мала молекулска тежина кои го создаваат живите клетки при контактот со вирусот. Интерферонот го заочува (инхибира) размножувањето на вирусните РНК и ДНК, а со тоа ги штити останатите клетки од инфицирање.

Голем број вируси се пренесуваат од вратата на инфекција до ткивата спрема кои покажуваат афинитет, со помош на крвта, лимфата или нервите. Навлегувањето на вирусот во крвта и пренесувањето до рецептивното ткиво се нарекува *виремија*. Фазата на виремија обично не е протратена со клинички знаци на болеста.

**Одржување на вирусот во природни услови.** Од заболениот организам вирусот се излучува на различни начини, во зависност од органот или ткивото кое го напаѓа. Вирусите кои го напаѓаат респираторниот тракт се излучуваат со капките секрет кои животните ги исфрлаат при кашлање и кивање. Вирусите кои ги напаѓаат другите органи се излучуваат преку секретите и екскретите на органите за варење, уринирање, преку млекото, плунката, постелката и други начини. Излачените вируси од организмот, надвор од живата клетка се неактивни. Физичко-хемиските влијанија на надворешната средина потполно ги инактивираат. Поради тоа, вирусите во природни услови можат да се одржуваат во живите клетки на домаќинот. Во тој поглед значајни се преболениите, хронично болните и латентно инфицираните животни, како и преодните домаќини (на пример, инсектите), кои одредено време го излучуваат вирусот и се извор на инфекцијата.

### **ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВИРУСНИТЕ ИНФЕКЦИЈА**

1. Дали вирусот поседува сопствен ензимски систем?
2. Кои се карактеристиките на вирусните инфекции?
3. Што е тропизам на вирусот?
4. Од кои фактори зависи настанувањето на вирусната инфекција?
5. Што е општа, а што генерализирана вирусна инфекција?
6. Како се делат вирусните инфекции според должината на времетраењето?
7. Што претставува врата на вирусната инфекција?
8. Опишете ја патогенезата на вирусните инфекции!
9. Што претставува интерферонот?
10. Како се излучуваат вирусите од нападнатиот организам?
11. Каква е одржливоста на вирусите во природни услови?

## 6.4. ПАТОГЕНОСТ И ВИРУЛЕНЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

За да можат патогените микроорганизми да започнат и развијат инфекција, потребно е да бидат вирулентни и да навлезат во приемливиот организам во доволен број и преку одредена врата на инфекцијата. Патогените микроорганизми предизвикуваат заболувања кај луѓето и животните на различни начини. Тие зависат од физиолошки особини на микроорганизмите. Но, ниту еден патоген микроорганизам не може да предизвика заболување ако не дојде во контакт со својот домаќин. Исклучок се само труењата со токсините на микроорганизмите. Токсините можат да се наоѓаат во храната и преку неа да се внесат во организмот на животните и човекот. Микроорганизмите кои навлегуваат во својот домаќин можат да предизвикаат заболување само ако се одржат во него, односно да се размножуваат, пренесуваат и излучуваат своите отровни и штетни супстанции. Нема ниту еден патоген микроорганизам кој може да предизвика заболување кај сите видови животни во природни услови. Има многу видови патогени микроорганизми кои се патогени само за животните, други кои се патогени само за луѓето, а има и такви кои се патогени и за луѓето и за животните. Заразните болести кои се пренесуваат од животните на луѓето се нарекуваат *зоонози*.

**Патогеноста** е вродена особина на одредени видови микроорганизми. Таа може да се дефинира како потенцијална способност на микроорганизмот да предизвикува болест. Подобро кажано, патогеноста на микроорганизмите е нивната способност да навлезат во организмот на приемливите животни, во него да се одржуваат и размножуваат и како резултат на нивниот метаболизам да продуцираат отрови и други штетни супстанции кои прават оштетувања на ткивата и нарушување на нивната нормална функција. Сето ова придонесува кај инфицираното животно да настане специфично заболување кое се манифестира со одредени клинички симптоми и патолошко анатомски промени на неговите ткива и органи.

**Вируленцијата** е степен на патогеност на различните соеви на еден ист вид микроорганизам. Ова значи дека кога се зборува за видови микроорганизми, тогаш се мисли на нивната патогеност, а кога се зборува за соевите на еден ист вид на микроорганизам, тогаш се мисли на нивната вирулентност. Преку вируленцијата се изразува степенот на способност на некој микроорганизам да предизвика заболување, односно степенот на неговата способност за навлегување во организмот на домаќинот, одржување, размножување и ширење во него. Од количеството и активноста на отровните супстанции кои ги продуцираат патогените микроорганизми ќе зависи и тежината на оштетувањата кои го прават на ткивата и нарушувањата во нивната функција, а од тоа ќе зависи и вируленцијата. Вируленцијата е стекната особина на патогените микроорганизми. Таа не е константна и може да се менува од силно изразена до воопшто неизразена. Во зависност од тоа, еден патоген микроорганизам може да има многу вирулентни, вирулентни, слабо вирулентни или авирулентни соеви. Многу вирулентните, по правило предизвикуваат многу тешки заболувања кај луѓето и животните, слабо вирулентните предизвикуваат полесни заболувања, додека авирулентните, воопшто не предизвикуваат заболувања.

Патогеноста и вируленцијата на еден микроорганизам можат да се манифестираат само во жив организам. Единствено тогаш може да се види дали микроорганизмот предизвикува заболување и дали заболувањето е лесно или тешко.

Сепак, дали ќе настане заболување и со каква тежина не зависи само од патогеноста и вируленцијата на микроорганизмот, туку и од отпорноста или чувствителноста на животното-домаќин. Отпорноста е особина на домаќинот на различни начини и со различни механизми да се одбрани од патогените микроорганизми. Ако животните не располагаат со таква способност, тогаш тие се чувствителни спрема тој микроорганизам. Помеѓу целосната отпорност и чувствителност постојат многу преодни форми. Така, животните и човекот спрема некој патоген микроорганизам можат да бидат многу отпорни, отпорни или слабо отпорни, или многу чувствителни и слабо чувствителни. Во зависност од надворешните фактори, отпорноста и чувствителноста на животните кон одредени причинители на заразни болести се менува.

**Инфективност** значи способност на микроорганизмот да создаде почетно жариште на влезното место во организмот на животното-домаќин, при тоа, избегувајќи ги, или совладувајќи ги одбранбените механизми. Микроорганизмите поседуваат повеќе механизми кои им овозможуваат инфективност: капсула, антигената градба и други макромолекули во нивната мембрана. Кога се создаваат жаришта на површината на лигавиците (ова се нарекува колонизација), многу микроорганизми располагаат со пили за прицврстување на површината од лигавиците.

**Инвазивноста** е способност на микроорганизмот за ширење од почетното, влезно место во подлабоките ткива и таму да се размножува. Во однос на нивната способност за инвазивност, се разликуваат две групи микроорганизми.

Едната група ја сочинуваат микроорганизми кои ги разоруваат фагоцитните клетки на домаќинот (тоа се големи клетки кои учествуваат во одбраната на организмот од навлезените микроорганизми). Овие микроорганизми се размножуваат во меѓуклеточните простори. Многу од нив поседуваат капсули или излучуваат антифагоцитни супстанции кои ги штитат од фагоцитите.

Втората група се оние микроорганизми кои имаат способност да се размножат во фагоцитните клетки. Овие внатреклеточни паразити доведуваат најчесто до хронични инфекции, бидејќи се воспоставува рамнотежа помеѓу микроорганизмот и одбранбените сили на организмот.

**Токсичност** или **токсигеност** е способност на микроорганизмите да создаваат токсини, отровни супстанции, кои се од основно значење за нивната вирулентност. Се разликуваат два вида на токсини: ендотоксини и егзотоксини.

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ПАТОГЕНОСТ И ВИРУЛЕНЦИЈА НА МИКРООРГАНИЗМИТЕ

1. Што се подразбира под патогеност на микроорганизмите?
2. Од што зависи патогеноста на микроорганизмите?
3. Што се подразбира под вирулентност на микроорганизмите?
4. Од што зависи вирулентноста на микроорганизмите?
5. Што претставува отпорноста на домаќинот кон различните инфекции?
6. Што се подразбира под инфективност на микроорганизмите?
7. Што се подразбира под инвазивност на микроорганизмите?



## 6.5. ФАКТОРИ КОИ ВЛИЈААТ ВРЗ ПАТОГЕНОСТА НА БАКТЕРИИТЕ

Факторите кои влијаат врз патогеноста и вирулентноста на бактериите можат да се поделат во две групи:

- фактори кои овозможуваат продирање на бактериите во домаќинот, нивно одржување, размножување и ширење во него и
- фактори кои кај домаќинот предизвикуваат труење и други оштетувања на клетките, ткивата, органите и нарушување на нивната нормална функција.

Првата група фактори се одговорни за инвазивноста на патогените бактерии, додека втората група за токсичноста на бактериите.

**Инвазивноста на микроорганизмите** е поврзана со создавањето на многу производи, најчесто ензими, кои им овозможуваат на микроорганизмите подобро навлегување во подлабоките ткива и целни органи. Некои од тие производи микроорганизмите ги создаваат поостојано, па се нарекуваат конститутивни фактори, додека други се резултат на модификација или мутација на микроорганизмите во текот на процесот на адаптација и се нарекуваат индуцирани фактори. Факторите на инвазивност на бактериите можат да се поделат на две групи: фактори кои ја спречуваат фагоцитозата и фактори кои на различни начини го помагаат ширењето на бактериите во организмот на домаќинот.

**Фактори кои ја спречуваат фагоцитозата.** Фагоцитозата е способност на некои клетки во организмот на животните и човекот да ги проголтаат (фагоцитираат) бактериите и другите честици кои ќе успеат да стигнат во ткивата, а потоа и да ги разградат со помош на своите ензими. Тие клетки кои имаат таква способност се нарекуваат фагоцити. За да може некоја бактериска клетка по продирањето во организмот-домаќин да се одржи и да почне да се размножува, мора најпрво да се одбрани од фагоцитозата. Разни видови микроорганизми тоа го постигнуваат на различни начини и со помош на различни фактори. Капсулата на инкапсулираните бактерии, како што се на пример *Streptococcus pneumoniae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Bacillus anthracis* и други, ги штити од фагоцитоза. Други бактерии кои не можат да продуцираат капсула, од фагоцитозата се штитат со други обвивки, како што е М-протеинот кај *Streptococcus pyogenes*, или Vi-антигенот кај некои типови *Salmonella spp.* Ензимот коагулаза ја спречува фагоцитозата кај оние видови бактерии кои можат да ја произведуваат. Микроорганизмите кои го произведуваат овој ензим ја коагулираат крвната плазма и создаваат околу себе нишки од фибрин кои ги штитат од фагоцитозата. Многу бактерии, како на пример *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* и други, произведуваат коагулаза. Леукоцидините (леукотоксини) се супстанции слични на ензимите, кои се токсични за многу фагоцити. Нив ги произведуваат некои патогени бактерии и така се штитат од фагоцитозата. Најдобро се проучени кај стафилококите. Многу видови бактерии не се разградуваат и уништуваат кога ќе бидат фагоцитирани, иако не располагаат со ниту еден механизам за одбрана од фагоцитозата. Таквите микроорганизми, како што се на пример *Neisseria meningitidis*, *Salmonella typhi*, *Mycobacterium tuberculosis*, имаат способност да се размножуваат во фагоцитите. Тие со фагоцитите патуваат низ крвта и лимфата. Кога ќе се размножат во голем број, клетката на фагоцитот се распаѓа, и микроорганизмите кои се внатре излегуваат од неа. Така, микроорганизмите се разнесуваат низ целиот организам на животните.

### **Фактори кои на различни начини ја помагаат инвазивноста на микроорганизмите.**

Постојат цела низа разни фактори кои го помагаат ширењето на патогените микроорганизми во организмот на домаќинот. Киназите се активатори на еден протеолитички ензим од плазмата, кој го разложува фибринот. *Streptococcus pyogenes* произведува стрептокиназа, која го разложува фибринот на местото на инвазијата и овозможува продирање на стрептококот. *Staphylococcus aureus* произведува стафилококиназа. Разните видови од родот *Clostridium*, исто така, произведуваат кинази. Хијалуронидазата е ензим, порано познат како фактор на продорност, која ја продуцираат патогените видови стрептококи и стафилококи, а особено многуте видови од родот *Clostridium*. Хијалуронидазата ја разложува хијалуронската киселина која претставува основен супстрат на меѓуклеточната врска во животинските ткива. Со нејзино разложување се отвора простор во ткивата низ кој поминуваат микроорганизмите. Колагеназата е ензим кој го лачат разните видови бактерии од родот *Clostridium*, кој го разложува колагенот на мускулите и го отвора патот за ширење на бактериите. Лецитиназата е липолитички ензим кој ги разложува мастите во клеточната мембрана и ја оштетува клетката. Дезоксирибонуклеазата ја произведуваат *Streptococcus pyogenes* и некои бактерии од родот *Clostridium*. Тоа е ензим кој ја разградува ДНК и ги уништува клетките на организмот - домаќин, со што се отвора можност за ширење на микроорганизмите.

**Фактори на токсичност на микроорганизмите.** Под фактори на токсичност се подразбираат разни супстанции кои некои видови микроорганизми ги создаваат, ги содржат во себе или ги испуштаат во нивната околина. Тоа се најчесто меѓупродукти или крајни продукти од метаболизмот на микроорганизмите. Сите тие токсични (отровни) супстанции на различни начини ги оштетуваат клетките, ткивата и органите на домаќинот, ја попречуваат нивната нормална функција и предизвикуваат различни реакции и заболувања. Тие супстанции се од основно значење за вируленцијата на патогените микроорганизми. Токсините се отровни супстанции кои имаат антигени особини. Тие во организмот на домаќинот ја стимулираат продукцијата на специфични антитела кои се познати како *антитоксини*. Се разликуваат две групи на токсини: егзотоксини и ендотоксини.

*Егзотоксините* се синтетизираат во бактериската клетка која ги излучува во нејзината околина. Според хемискиот состав се протеини (полипептиди). Тие се осетливи на температури повисоки од 70°C, освен ботулинскиот, стафилококниот и уште некои други токсини, кои се релативно термостабилни. Исто така, осетливи се и на киселини, бази и алкохол, кои ги денатурираат и инактивираат. Многу се токсични. Количества од само неколку милиграми ги убиваат лабораториските животни. Имаат одлични антигени особини. Стимулираат создавање на антитоксини во организмот на домаќинот, кои ги неутрализираат. Според начинот на излучување во надворешната средина поделени се на три класи:

- Класа А, ја сочинуваат егзотоксини кои се излучуваат во надворешна средина;
- Класа Б, ја сочинуваат токсини кои делумно се излучуваат во надворешната средина, а дел остануваат врзани за микробната клетка и
- Класа Ц, во која припаѓаат егзотоксини кои остануваат врзани за бактериската клетка.

Досега се познати околу педесеттина бактериски егзотоксини. Нивното фармаколошко делување во организмот на домаќинот е специфично и различно, што зависи од видот на токсинот. Тие не делуваат веднаш, туку по одреден период на скриеност (латентност), кога се врзуваат за ткивата кон кои покажуваат афинитет (тропизам).

Латентниот период е различен за различни токсини. Егзотоксините кои делуваат интрацелуларно (внатре во клетката), имаат две компоненти: едната компонента е ензим, а другата служи за врзување за специфичните рецептори на клеточната мембрана со чија помош ензимот се пренесува низ мембраната. Ензимскиот дел на токсинот потоа се одвојува од рецепторскиот дел и станува активен. Многубројните бактериски токсини делуваат цитотоксично (ја уништуваат клетката-домаќин). Бидејќи еритроцитите најмногу се користат за проучување на штетното дејство на бактериските егзотоксини, ова дејство се нарекува хемолитичко, а токсините хемолитички токсини. Цитолитичките токсини се врзуваат за мембраната на клетката-домаќин, реверзибилно (повратно) или иререверзибилно (неповратно). При тоа, ја нарушуваат структурата на цитоплазматската мембрана, што доведува до губење на морфологијата и функцијата на клетката. Откако ќе навлезат во клетката, повеќето цитолитички токсини ја оштетуваат мембраната на клеточните органели и предизвикуваат смрт на клетката.

Бактериските егзотоксини покажуваат афинитет кон одредени ткива и органи. Оние токсини кои покажуваат афинитет кон нервите се наречени невротоксини, кон бубрезите - нефротоксини, кон цревата - ентеротоксини. Најсилни егзотоксини се ботулинискиот токсин, кој го лачи *Clostridium botulinum*. Тој претставува невротоксин и го спречува пренесувањето на нервната дразба што резултира со појава на парализи во организмот на животните и човекот. Тетанусниот токсин, исто така, е невротоксин, а го лачи *Clostridium tetani*. Предизвикува парализа и грчеви на мускулатурата кај луѓето и животните. *Escherichia coli* произведува два вида на ентеротоксини. Егзотоксини произведуваат и *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Shigella dysenteriae* и многу други.

Токсините се многу активни супстанции, и нивното токсично дејство се одредува преку:

- најмалата доза од токсинот која предизвикува одреден токсичен ефект (умирање на клетките, хемолита и друго) кај 50% од лабораториските животни. Се означува како LD<sub>50</sub> (од *Dosis Letalis* 50%) - смртоносна доза за 50% од лабораториските животни;
- минимална летална доза (DLM-*Dosis Letalis Minima*), односно најмала доза од токсинот која предизвикува одреден ефект кај лабораториските животни.

Под дејство на формалинот и зголемената температура, токсините ја губат својата токсичност, но ја задржуваат антигеноста. Така детоксицираните егзотоксини се нарекуваат *анатоксини* или *токсоиди*. Тие се користат за подготвување на вакцини против бактериските токсини со чија детоксикација се направени.

*Ендотоксините* се токсични материи врзани за бактериската клетка. Тоа е, всушност, синоним за протеинскиот дел на клеточниот ѕид кај Грам (-) бактерии, кој се нарекува и соматски или О-антиген. Нив клетката не ги излучува. Од бактериската клетка можат да се ослободат само ако таа се разгради. Според својот хемиски состав, ендотоксините се глицидо-липидо-полипептидни комплекси. Антигената градба им е специфична за видот на бактеријата од која се издвоени. Ендотоксините се релативно стабилни кон зголемени температури, алкохоли и киселини. Помалку се токсични од егзотоксините. Во организмот-домаќин стимулираат создавање на антитела против полисахаридниот дел на нивната молекула, додека липидната компонента и сама по себе е токсична. Не покажуваат специфичен афинитет спрема одделни клетки, ткива или органи. Нивното делување во организмот е општо, проследено со зголемена телесна температура и појава на треска. Од нив не можат да се добијат анатоксини или токсоиди. Ендотоксини поседуваат многу бактерии, како Грам (-), така и Грам (+) (ентеробактерии, бруцели, менингококи и други).

Табела 3. Споредбен приказ на позначајните особини на егзотоксините и ендотоксините

Егзотоксини	Ендотоксини
протеини, со особини на ензими	липополисахариди
лесно дифундираат (поминуваат) од клетката во надворешна средина	цврсто се поврзани за бактериската клетка
многу токсични, со афинитет кон одредени ткива	помалку се токсични, немаат селективно дејство кон ткивата
добри антигени, стимулираат создавање на антитоксин	делуваат хаптенски (како нецелосни протеини) и стимулираат создавање на имуноглобулини од класа М
можат да поминат во анатоксини	не даваат анатоксини

Многу видови патогени миркоорганизми произведуваат и ослободуваат разни отровни супстанции од кои зависи самата нивна вируленција и кои делуваат во организмот-домаќин на за сега, сè уште недоволно познат начин.

**Хемолизини.** Значителен број патогени и непатогени микроорганизми продуцираат супстанции кои ја разградуваат мембраната на црвените крвни клетки кај луѓето и животните. При тоа, од еритроцитите се ослободува хемоглобинот. Тие супстанции се нарекуваат хемолизини. Хемолизините можат да ги синтетизираат бактериите, рикециите, габите и некои други микроорганизми. Меѓу хемолизините се разликуваат два вида: филтрабилни хемолизини и хемолизини кои својата активност ја покажуваат на крвен агар.

**Филтрабилните хемолизини** се наоѓаат во течните култури на бактериите кои ги излучуваат. Се викаат филтрабилни, бидејќи можат да поминат низ бактериските филтри. Тие вршат хемолиза на еритроцити кои се суспензирани во физиолошки раствор на NaCl или во некој друг изотоничен раствор. Ако на таква суспензија и се додаде филтрат од бујонска култура на некоја бактерија која лачи хемолизин, и се остави одредено време на 37°C, матно-црвената боја на течноста со суспензирани еритроцити ќе стане светло-црвена. Во суспензијата на еритроцити настанала лиза (разложување) на еритроцитите и се ослободил хемоглобинот во течноста. Филтрабилните хемолизини се протеини со антигени особини. Докажувањето на антихемолизините се користи за серолошка дијагностика на некои стрептококни заболувања. Зависно од видот, микроорганизмите произведуваат повеќе хемолизини. Тие се разликуваат според антигената градба, температурата на која ја вршат хемолізата и според потеклото на еритроцитите, зависно од видот на животните од кои се добиени.

**Хемолизините кои својата активност ја покажуваат на крвен агар** се такви хемолизини на некои видови бактерии кои околу колониите што ги образуваат на крвен агар формираат зона на хемолиза. Хемолізата која се манифестира со просирен прстен околу колониите се вика бета-хемолиза, а хемолізата која се истакнува со матнозелена зона се вика алфа-хемолиза. Супстанцијата која ја предизвикува хемолізата се нарекува *хемолизин*. На пример, стафилококите произведуваат алфа и делта хемолизин кои предизвикуваат бета-хемолиза. Влијанието на хемолізата врз патогеноста не е позната. Зона на хемолиза формираат и некои апатогени бактерии. Многу патогени бактерии не предизвикуваат хемолиза.

**Леукоцидини.** Тоа се супстанции кои ги убиваат леукоцитите. Ги излучуваат многу бактериски видови, а најмногу стрептококите и стафилококите. Значењето на леукоцидите за патогеноста, исто така, не е познато.

**Пирогени супстанции.** Тоа се супстанции кои и во најмали количества предизвикуваат зголемени телесни температури. Изолирани се од ендотоксините на многу Грам (-) бактерии. Пирогените супстанции се термостабилни.

**Разни отровни фактори.** Врз патогеноста на микроорганизмите влијаат уште цела низа на отровни фактори. Хипотермичкиот фактор го произведуваат бактериите *Vibrio cholerae* и некои видови *Shigela spp.* Овој фактор ја намалува телесната температура. Некротичниот фактор предизвикува смрт на клетката. Го лачат *Staphylococcus spp.*, *Bacillus anthracis* и *Clostridium spp.* Некои видови стрептококи произведуваат супстанција која создава едеми. Лецитиназите го разградуваат лецитинот на клеточните обвивки на домаќинот и го оштетуваат.

**Отрови од ткивата на животното-домаќин.** Како реакција на присуството на бактериите и нивните токсини во ткивата на домаќинот, клетките на тие ткива излучуваат одредени токсични материи. На пример, од гнојот при воспалителниот процес е изолиран пирексин кој ја зголемува телесната температура и предизвикува треска. Од гнојот се изолирани и други отровни супстанции: ексудин и некрозин. Изолирани се и разни леукотоксини. Заразените ткива често ослободуваат хистамин, брадикинин, и други биогени амини кои предизвикуваат пречувствителност, односно алергиски реакции кај домаќинот (луѓето и животните).

#### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ФАКТОРИ КОИ ВЛИЈААТ ВРЗ ПАТОГЕНОСТА НА БАКТЕРИИТЕ

1. Кои фактори влијаат врз патогеноста на бактериите?
2. Во колку групи можат да се поделат факторите кои влијаат врз патогеноста и вирулентноста на бактериите?
3. Што е фагоцитоза?
4. Кои се факторите кои ја спречуваат фагоцитозата?
5. Кои се факторите за токсичност на микроорганизмите?
6. Кои се факторите на инвазивност кај бактериите?
7. Која е улогата на ензимот коагулаза кај бактериите кои имаат способност да го произведуваат?
8. Што се подразбира под токсичност или токсиногеност на некој микроорганизам?
9. Што се егзотоксините?
10. Кои се основни особини на егзотоксините?
11. Во колку класи се поделени егзотоксините според начинот на излучување во надворешна средина?
12. Од колку компоненти се изградени егзотоксините кои делуваат внатре во клетката?
13. Што се подразбира под цитотоксично дејство на бактериските егзоензими?
14. Што претставува афинитет на бактериските токсини?
15. Што претставува  $LD_{50}$ ?
16. Што претставува DLM?
17. Што се ендотоксините?
18. Дали ендотоксините покажуваат специфичен афинитет кон одредени ткива и органи?
19. Кои се основните особини на ендотоксините?
20. Што се хемолизините?
21. Што се леукоцидините?
22. Кои отровни супстанции ги излучуваат ткивата на животното-домаќин како резултат на присуството на бактериските токсини?



## 6.6. ПАТОГЕНОСТ И ВИРУЛЕНЦИЈА НА ВИРУСИТЕ

Вирусната инфекција на повеќеклеточните организми зависи од истите фактори од кои зависи инфекцијата на другите микроорганизми. Сепак, вирусите како интрацелуларни паразити и патогени агенси, при инфекцијата покажуваат одредени карактеристики по кои се разликуваат од останатите микроорганизми. Вирусните инфекции и нивната патогенеза зависат од повеќе фактори: од вируленцијата на вирусот, од осетливоста на клетките во нападнатиот организам, од дејството на токсичните производи кои настануваат при размножувањето на вирусот во осетливата клетка, од физиолошката состојба на домаќинот и од неговата реактивна способност.

**Вируленцијата на вирусот** е променлива особина, и во суштина не се разликува многу од бактериската вируленција. Со пасажа (преминување) на вирусот низ приемлив организам, вируленцијата се зголемува. Механизмот на оваа појава е најверојатно резултат на промените кои настануваат кај вирусот и приемливиот организам. Вирулентните соеви на вирусите покажуваат две карактеристични особини: можат да се размножуваат во домаќинот и при зголемена телесна температура (кај домашните животни и преку 39,5°C), и прилично се отпорни на одбранбените механизми на домаќинот. Често се случува вирусите при многубројни пасажи низ организмот на приемливи домаќини да станат многу повирulentни за тој вид на организам, ама помалку вирулентни за други организми (животни). Ваквата изменета вирулентност претставува адаптација на вирусот кон приемливиот организам.

**Осетливост на клетките и приемливост на домаќинот.** Основните фактори од кои зависи вирусната инфекција се врзувањето на вирусот за осетливата клетка и ослободување на неговата нуклеинска киселина. Доколку вирусот не може да го направи ова, тогаш нема да настане инфекција. Тоа значи дека тие клетки се отпорни кон таа вирусна инфекција. Исто така, при вирусната инфекција во приемливиот организам, вирусот се врзува и размножува во клетките или ткивата спрема кои покажува афинитет. Во истите клетки и ткива на организам отпорен кон таа вирусна инфекција, вирусот не се размножува. Врзувањето на вирусот за приемливата клетка зависи од рецепторите на нејзината површина. На појавата на соодветни рецептори на клетката-домаќин влијаат генетските и физиолошките фактори. На пример, познато е дека некои вируси се размножуваат само во млади клетки, а не и во старите, и обратно. Затоа, ембрионот од кокошка е поволна средина за размножување на голем број вируси, додека едnodневните пилиња и кокошките се неприемливи за многу вируси. Ова се користи во лабораториски услови за култивирање на различни групи вируси.

**Цитопатоген ефект.** Кога вирусите ќе навлезат во клетката на домаќинот, тие во неа се размножуваат, при што, предизвикуваат различни промени и оштетувања на клетката, кои со едно име се нарекуваат цитопатоген ефект. Тој ефект може да се изрази како клеточна дегенерација, клеточно соединување и клеточна пролиферација. Како резултат на патогениот ефект на крај настанува лизирање или распаѓање на клетката.

**Фактори на токсичност на вирусите.** Кај вирусите се откриени повеќе фактори на токсичност и некои други фактори кои предизвикуваат разни оштетувања кај домаќинот. Во тие фактори се вбројуваат вирусните токсини и хемолизини, тератогениот фактор, онкогениот фактор и имунопатолошкиот фактор.

**Токсини.** Во некои вируси откриени се некои егзогени токсини. Вирусните егзотоксини се разликуваат од егзотоксините на бактериите по тоа што, подобро ги поднесуваат зголемените температури. Тие ја стимулираат продукцијата на специфичните антитела, кои ги неутрализираат и вирусните ендотоксини.

**Вирусни хемолизини.** Досега, само кај некои вируси е утврдена хемолитичка активност.

**Тератогени фактори.** Овие фактори предизвикуваат малформации и оштетувања на плодот. Тоа доведува до смрт на плодот, абортуси или раѓање на млади животни со разни оштетувања.

**Онкогениот фактор** предизвикува создавање на тумори.

**Имунопатолошки фактор.** Антигените на вирусите или антигените создадени со активноста на вирусите во чувствителната клетка предизвикуваат разни форми на пречувствителност во организмот на домаќинот.

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ПАТОГЕНОСТ И ВИРУЛЕНЦИЈА НА ВИРУСИТЕ

1. Кои се основните фактори од кои зависи вирусната инфекција?
2. Што претставува вируленцијата на вирусот?
3. Што се подразбира под осетливост на клетката и приемливост на домаќинот спрема вирусните инфекции?
4. Што претставува цитопатогениот ефект кој настанува како резултат на вирусната инфекција?
5. Кои се факторите на токсичност кај вирусите?

## 6.7. ПАТОГЕНОСТ НА ГАБИТЕ

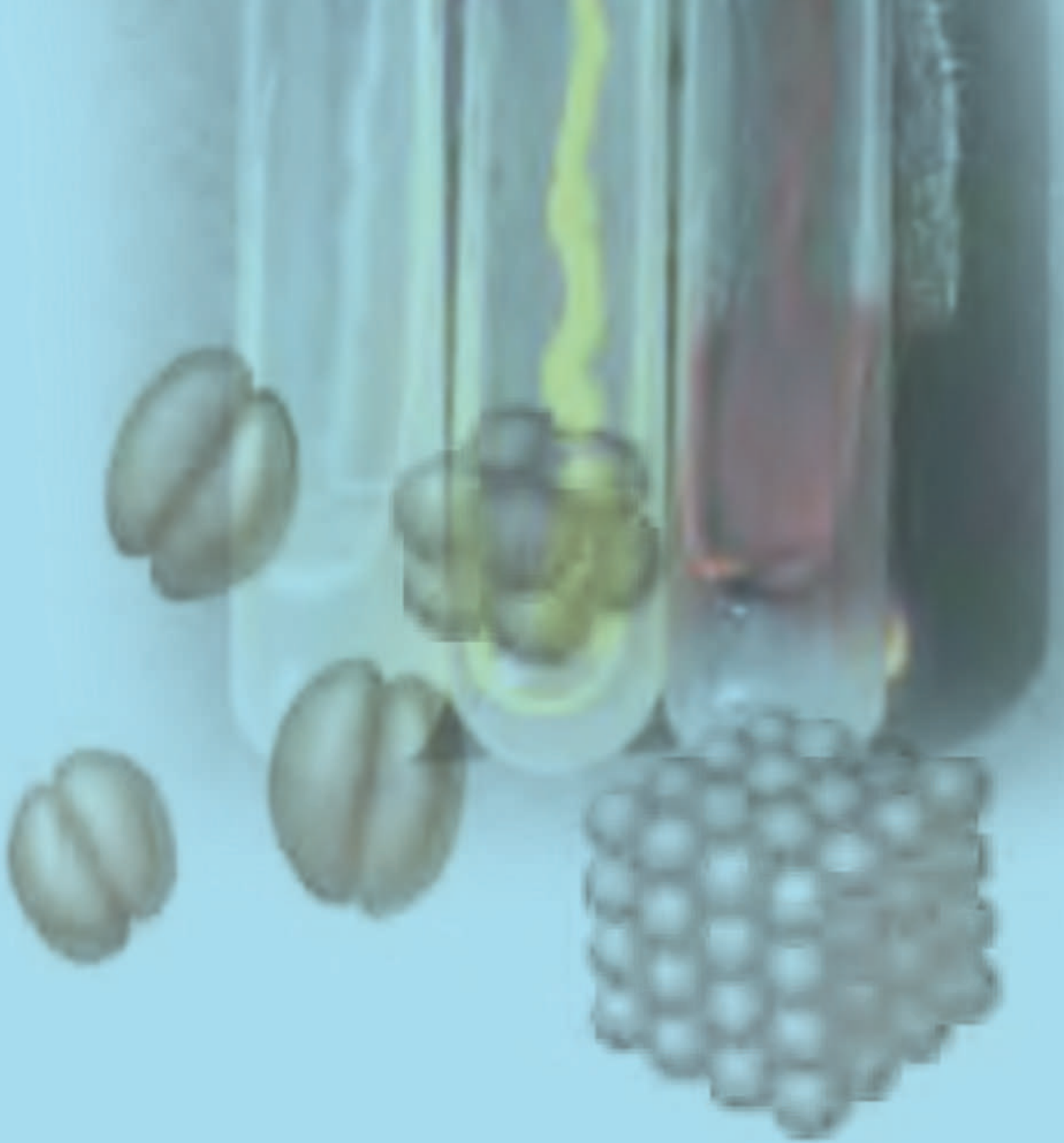
Патогеноста на габите најчесто е предизвикана од нивната инвазивност. Тие се размножуваат во организмот, а оштетувањата во ткивата ги прават повеќе со нивниот физички притисок, отколку со хемиската активност. Ефектот од патогената активност на габите се развива бавно. Поради тоа, оштетувањата и заболувањата кои ги предизвикуваат се со хроничен карактер. Многу видови габи предизвикуваат имунолошка пречувствителност и други имунопатолошки состојби кај луѓето и животните. Некои мувли произведуваат токсини, кои внесени преку храна предизвикуваат алиментарни интоксикации кај луѓето и животните.

### ПРАШАЊЕ за наставната тема ПАТОГЕНОСТ НА ГАБИТЕ

1. Како се манифестира патогеноста на габите?

### ТЕМИ ЗА ПОТТИКНУВАЊЕ НА НАУЧНОТО РАЗМИСЛУВАЊЕ

1. Избор на одредена бактериска инфекција и опис на нејзината патогенеза.
2. Избор на одредена вирусна инфекција и опис на нејзината патогенеза.
3. Хумано постапување со лабораториските животни кога се употребуваат во биолошки опит.
4. Техники за откривање на факторите на вируленција кај бактериите.
5. Техники за следење на цитопатогениот ефект на вирусите.



**7. ЕПИЗООТИОЛОГИЈА НА ЗАРАЗНИТЕ  
БОЛЕСТИ**

## СОДРЖИНА НА НАСТАВНАТА ТЕМА

### ПОИМ ЗАРАЗА И ЗАРАЗНА БОЛЕСТ

### ОПШТА ЕПИЗООТИОЛОГИЈА

Извори на заразни болести  
Патишта за пренесување на заразните болести  
Врата на инфекцијата  
Вируленција и количество на микроорганизмот  
Приемлив организам, домаќин на заразата

### ПОДЕЛБА НА ЗАРАЗИТЕ СПОРЕД НАЧИНОТ НА ШИРЕЊЕ

### ДИЈАГНОСТИКА НА ЗАРАЗНИТЕ БОЛЕСТИ

### ПРИНЦИПИ ЗА СПРЕЧУВАЊЕ И ЕРАДИКАЦИЈА НА ЗАРАЗНИТЕ БОЛЕСТИ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Законски регулативи во Република Македонија за спречување и ерадикација на заразните болести на нејзината територија



## 7.1. ПОИМ ЗАРАЗА И ЗАРАЗНА БОЛЕСТ

Патогените микроорганизми кои по инфекцијата навлегуваат во организмот на животното-домаќин почнуваат да се размножуваат, ја совладуваат неговата одбранбена способност и предизвикуваат разни реакции и оштетувања на морфолошките особини и физиолошките функции на клетките и ткивата. Сите тие оштетувања на клетките и ткивата, како и нарушувањето на нивната нормална функција се манифестира со појава на болест. Болестите кои се предизвикани од живи микроорганизми (бактерии, вируси, рикетии, хламидии, габи или протозои) се нарекуваат заразни или инфективни болести (од лат. *inficire*-загадување). Некои од нив се појавуваат кај помал број животни или поединечно (спорадично), додека поголем број од нив се појавуваат кај голем број животни. Заради тоа, кога се зборува за заразни болести се користат две терминологији:

- заразни или инфективни болести и
- зарази.

**Заразни** или **инфективни болести** се оние кои се појавуваат на помал број животни или поединечно. Во борбата против нив, основна цел е да се постигне излекување на болните животни. Овие болести не претставуваат поголема закана за сточарството и за здравјето на луѓето.

**Зарази** се оние болести кои се појавуваат масовно, кај голем број на животни. Тие се појавуваат во вид на *ензоотија* (еп-кај, зооп-животно), *епизоотија* (епи-на) и *панзоотија* (пан-целосно). Заразите кои се заеднички за луѓето и животните, и преоѓаат од едни на други, се нарекуваат зоонози (антракс, беснило, бруцелоза, туберкулоза, лептоспироза и други). Во борбата против заразите, основна цел е да се спречи нивното ширење и да се искоренат. Во случај на појава на некоја зараза, од помало значење е дали заболеното животно ќе се излечи, многу поважно е со преземање на одредени мерки за уништување и искоренување на болеста да се спречи настанувањето на големи економски штети и да се зачува здравјето на луѓето.

Врз основа на претходното, може да се заклучи дека сите зарази се инфективни болести, но сите инфективни болести не се зарази. За да може што поефикасно да се спроведува борбата против заразните болести, потребно е да се познаваат особеностите за секоја заразна болест одделно. Ова значи проучување на условите за настанување на заразната болест, патиштата за ширење, престанувањето на заразната болест, како и нејзините карактеристики: етиологија, патогенеза, клиничка слика, патолошко-анатомски наод, дијагностика, терапија, превенирање и мерките за нејзино уништување и искоренување. Самиот карактер на заразите, односно нивното брзо ширење од држава во држава, или од континент на континент, ја наметнува и потребата од меѓународна соработка за нивно поефикасно искоренување. За таа цел во 1924 година е формирана „Интернационалната служба за епизоотии“ (Office International des Epizooties - O.I.E.), со седиште во Париз. Во неа се зачленети речиси сите држави од светот. Еднаш годишно се одржува собрание, на кое се разменуваат искуства и даваат препораки за што поуспешна борба против актуелните заразни болести.

На крај, може да се заклучи дека борбата против заразните болести, всушност значи борба против патогените причинители на заразните болести.

## 7.2. ОПШТА ЕПИЗООТИОЛОГИЈА

Науката која се занимава со проучување на причините и условите за појава на заразна болест, нејзиното ширење, движење и престанување, како и мерките кои се преземаат за нејзиното искоренување се нарекува **епизоотиологија** (*epi*-на, *zoon*-животно и *logos*-наука). Епизоотиологијата, всушност, е дел од науката за заразните болести. Епизоотиологијата ги проучува заразите кои се шират брзо и зафаќаат поголем број на животни. Поимот *епизоотија* означува појава на зараза кај поголем број животни, и нејзина карактеристика е брзото ширење. *Ензоотија* е зараза која се појавува во некое ограничено место и главно се задржува во тие граници. *Панзоотија* означува зараза која се шири на поголеми подрачја, дури и на цели континенти, или глобално. Аналогно на овие терминологиите, во хуманата медицина се употребуваат терминологиите епидемија, ендемија и пандемија.

За проучувањето на епизоотиологијата, неопходно е покрај познавањето на микроорганизмите кои ја предизвикуваат, организмот на животните и луѓето кои заболуваат, добро да се познаваат и неспецифичните фактори кои придонесуваат за ширењето на некоја зараза. Од овие три фактори зависи дали една зараза воопшто ќе се појави, дали ќе зафати помал или поголем број на организми и на крај во каков облик ќе се појави и каков ќе биде текот и завршувањето на заразата. Неспецифичните фактори играат посебно важна улога во воспоставувањето на меѓусебниот однос помеѓу микроорганизмот и организмот-домаќин за време на пренесувањето на инфективниот агенс од изворот до приемливиот организам, неговото навлегување и почетокот на неговото активно делување. Во сложениот однос на сите овие појави се крие динамиката на појавувањето, ширењето, движењето и престанувањето на некоја зараза. Според ова, задача на општата епизоотиологија претставува проучувањето на:



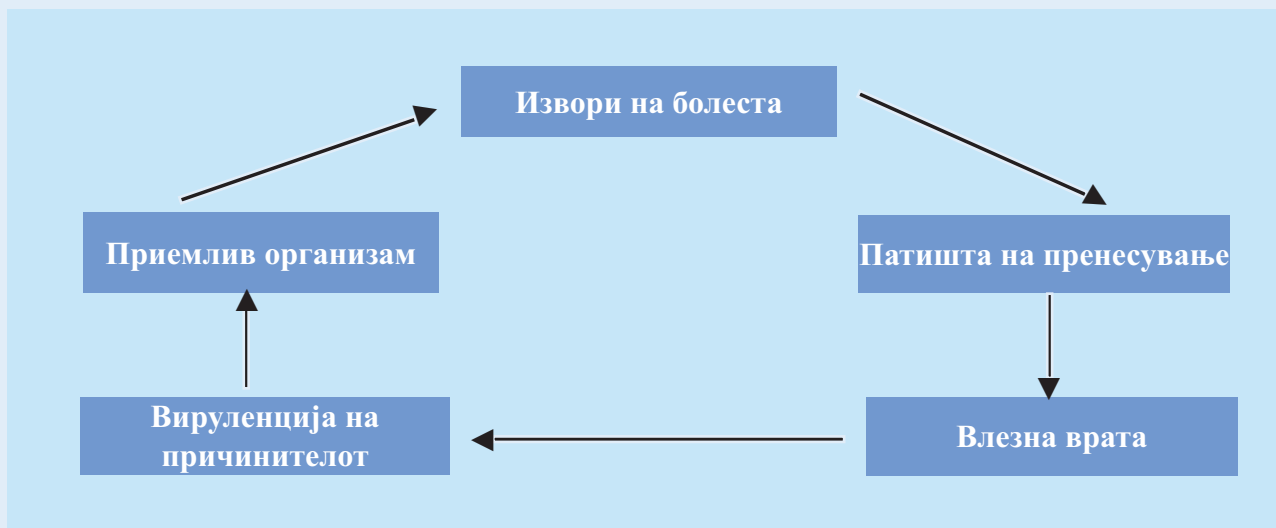
Слика 24 . Концепт на една заразна болест

- причините за појава, ширење, движење и престанување на некоја зараза;
- методите за дијагностика на заразата;
- мерките на профилакса, со цел искоренување на заразите и
- мерките за спречување на пренесувањето на заразите на луѓето.

Сите овие мерки имаат крајна цел спречување на појавата на заразните болести.

Настанувањето, ширењето, движењето и престанувањето на заразите биле предмет на проучување уште многу одамна. Заразите не престануваат да бидат опасност за опстојувањето на човештвото и животинскиот свет и денес, па истражувањата на ова поле не престануваат.

Појавата на масовните заразни болести мора да се разгледува само преку заедничкото делување на споменатите три фактори: патоген микроорганизам, приемлив организам и влијанието на околината. Меѓутоа, уште во 1914 година, Милер ја потенцирал важноста на уште еден фактор неопходен за ширење на заразните болести, а тоа се патиштата на пренесување. Во 1952 година, Пол го истакнал значењето на изворот на заразата како еден неопходен фактор за нејзино настанување. Воргалик во 1935 година во целата шема за настанување на заразна болест ја вметнал и влезната врата на инфективниот агенс како посебен фактор. Кога ќе се земат предвид сите фактори неопходни за настанување на една заразна болест, шемата би изгледала вака:



### 7.2.1. Извори на заразни болести

Местата на кои се наоѓаат патогените микроорганизми пред започнувањето на заразата се нарекуваат извори на зараза. Според локализацијата на микроорганизмот, предизвикувач на некоја заразна болест, изворите на заразни болести се поделени на примарни, интермедијарни и секундарни.

Слика 25 . Епидемиолошки триаголник за ширењето на една заразна болест



## ИЗВОРИ НА ЗАРАЗНИ БОЛЕСТИ

### ПРИМАРНИ

- а) болни животни
- б) преболени животни
- в) заболен човек
- г) контаминирани производи
- д) суровини од болни животни
- ѓ) лешеве од угинати животни
- е) диви животни
- ж) артроподи

### ИНТЕРМЕДИЈАРНИ

- а) секрети и екскрети од болни животни
- б) секрети и екскрети од преболени животни

### СЕКУНДАРНИ

- а) земја
- б) вода
- в) воздух
- г) храна
- д) предмети
- ѓ) простории
- е) транспортни средства

### 7.2.1.1. Примарни извори на зараза

**Заболени животни.** Заболените животни во разните стадиуми на болеста (инкубација, локална или општа реакција на болеста, оздравување или реконвалесценција), претставуваат примарен извор на заразата. Ако животното ги излучува причинителите на болеста во стадиумот на инкубација или реконвалесценција, тогаш таквите животни се носители на микроорганизми (носители на микроби). При ова, заболеното животно пократко или подолго време во надворешна средина ги излучува причинителите на болеста и со тоа ги контаминираат предметите, земјата, водата, со што тие стануваат секундарни извори на болеста. Од заболеното животно, причинителите на заразата во надворешната средина доаѓаат на различни начини: преку устата, носот, очниот исцедок, низ каналот на папилите од млечната жлезда, исцедокот од половите органи, аналниот отвор и кожата.

**Носители на патогени микроорганизми.** Носителите на патогени микроорганизми (носители на микроби) во епизоотиолошка смисла претставуваат голем проблем, бидејќи го излучуваат причинителот во надворешна средина, а не покажуваат клинички симптоми на болеста. Во голем број случаи со внесување на заболени животни, во стадата со здрави животни се внесуваат заразни болести. Животните-носители на патогени микроорганизми, можат да бидат животни во фаза на инкубација или реконвалесценција, или животни со супклиничка форма на болеста. Причинителот од организмот на животните може да се излучува преку крвта, мочката, изметот, очниот исцедок, носниот исцедок и млекото.

**Човекот** многу ретко може да биде извор на зарази за домашните животни. Некои причинители на зарази се пренесуваат од човекот на животните, и потоа повторно се враќаат на животните. Само во тие ретки случаи човекот може да биде примарен извор за ширење на зарази кај животните.

### **Производи од болни животни и животни носители на патогени микроорганизми.**

Производите од животинско потекло, во свежа или преработена состојба, можат да бидат примарни извори на зарази доколку потекнуваат од заразени животни. Овие производи имаат поголемо епидемиолошко значење, бидејќи главно служат како храна за луѓето. Меѓутоа, често пати јајцата контаминирани со салмонели претставуваат извор на зараза за младите пилиња уште во фаза на ембриони, па во живинарските фарми можат да се појават зарази со катастрофални последици. Млекото може да биде извор на зарази за телињата и прасињата. Месото може да биде извор на зарази ако со него се хранат месојадни животни.

### **Делови од телата на убиени или угинати болни животни и носители на микроби.**

Доколку суровините и отпадоците од животинско потекло не се складираани на правилен начин, тогаш претставуваат извор на зарази. Како суровини кои можат да претставуваат потенцијална опасност за ширење на зарази се влакната (кај сипаниците), кожата (при антраксот), коските (коскената срцевина), роговите и папците, перјата кај живината и друго.

**Мрши на животни угинати од зарази.** Зависно од причинителот на заразата, мршите на угинатите животни можат да бидат извор на инфекцијата пократко или подолго време. По одредено време, патогените причинители во угинатото животно угинуваат. За да се спречи ширењето на заразни болести од мршите на угинатите животни, потребно е тие правилно и нештетно да се уништуваат. Најдобро би било за таа цел да бидат изградени кафилерии, каде со посебни постапки се врши деградација на мршите и уништување на евентуално присутните патогени микроорганизми.

**Животни вакцинирани со живи вакцини.** Денеска многу ретко се користат живи вакцини од неослабнати микроорганизми (вакцините ќе се објаснат во деветтото поглавје), затоа практично овој начин како извор на заразни болести не постои. Во минатото, кога се вршела симултана вакцинација со неослабнати причинители на болест, со истовремена апликација на хиперимун серум, извесен процент од тие животни со слаба кондиција или инвадирани со паразити можеле да бидат извор на заразна болест. Во денешно време се користат вакцини направени од ослабнати (атенуирани) микроорганизми. Теоретски претпоставки постојат дека е можно таквите микроорганизми со неконтролирана пасажа низ приемливи животни да си ја повратат вируленцијата и да предизвикаат болест.

**Диви животни.** Овие животни како извор на зарази претставуваат нерешлив проблем. Неможноста на човекот да ја контролира природата, а со тоа и дивите животни, го наметнува овој проблем како нерешлив. Доволно е да се споменат волкот и лисицата како извор на беснило (оваа форма на беснило се нарекува диво или шумско беснило). Постојат податоци дека дивите зајаци биле извор за бруцелоза кај свињите, срните како извор на лигавка и шап за говедата и свињите. Тука можат да се споменат и глодарите како можни извори на туларемија, Аујецкиева болест, лептоспироза и други заразни болести.

**Инсекти.** Иако кај мал број, инсектите може да бидат многу важен извор на заразни болести. Тие можат да го носат причинителот на заразната болест на своето тело или во нив може и да се размножува, па и да се пренесува на следните генерации. На овој начин може да се пренесуваат Q (кју)-треската, туларемијата, спирохетозата, американскиот енцефаломиелит кај коњите и други.



### 7.2.1.2. Интермедијарни извори на зарази

**Секретите и екскретите** од животни болни од некоја заразна болест, а кои се излучуваат во надворешната средина претставуваат интермедијален извор на зараза. Разликите помеѓу интермедијарните и секундарните извори на зарази не се големи. Обично временскиот период е тој што ги дели овие два извора на зарази. На пример, постилката загадена со причинителите на бруцелоза преку абортираниот плод претставува интермедијален извор на зараза. Ако таквата простирка се изнесе надвор од шталата, таа пократко или подолго време во зависност од надворешните услови ќе биде секундарен извор на заразната болест. Најважни интермедијарни извори на заразните болести се: исцедокот од носот, устата, гнојните рани, мочката, фецесот, млекото и други.

### 7.2.1.3. Секундарни извори на зарази

Секундарни извори на заразите се: просториите, површините или предметите контаминирани со причинителите на заразни болести. Улогата на секундарните извори е голема кај оние заразни болести кои се предизвикани од микроорганизми кои се отпорни на надворешните влијанија. Овде се мисли на заразните болести кои се поврзани со инфекции од почвата (антраксот, гасните едеми, тетанусот). Меѓутоа, треба да се нагласи дека повеќето причинители на заразни болести релативно брзо умираат во надворешна средина поради неповолното влијание на сончевите зраци, сушењето и други неповолни фактори, кои претходно беа објаснети. Само мал број патогени микроорганизми, посебно оние кои создаваат спори, имаат способност да ја задржат вирулентноста подолго време и да предизвикаат заразна болест.

**Почвата** игра важна улога како секундарен извор на заразни болести и претставува трајна опасност за појава на некои болести. Таа станува секундарен извор како резултат на контаминацијата од примарните и интермедијарните извори. Микроорганизмите можат да се најдат на површината на почвата, во нејзините поплитки или подлабоки слоеви, како и на растенијата кои се наоѓаат на тоа земјиште. Подземните води и поплавите можат да ги рашират патогените микроорганизми од почвата на големи површини. Почвата се појавува како најчест извор на: антракс, туберкулоза, бруцелоза, овчји сипаници, паратуберкулоза, гасни едеми и други заразни болести. Подрачјата на кои ќе се открие присуство на некоја заразна болест се нарекуваат *дистрикти*. Таквите подрачја се под засилена ветеринарно-санитарна контрола. На тие подрачја се спроведуваат специјални ветеринарни мерки за да се спречи проширувањето на некоја заразна болест и на други подрачја.

**Водата** игра значајна улога за ширењето на заразните болести. Површинската вода е попогодна за одржување и живот на микроорганизмите. Таа редовно е позагадена со органска материја која служи како супстрат за раст и размножување на микроорганизмите. Површинските води во езерата, акумулациите и другите стоечки води, редовно се позагадени отколку истечните води. Присуството на микроорганизми во водата, помеѓу останатите и патогени микроорганизми, многу зависи од способноста на водата за самочистење. Во водите редовно постои послабо или посилено изразено влијание на некои фактори, како што е присуството на бактериофаги, протозои и разни електролити, кои ја прочистуваат водата со деструкција, фагоцитоза и оштетување на бактериската клетка.

Подземните води секогаш се хигиенски почисти поради филтрацијата низ слоевите од почвата. Најчесто како извор на заразни болести претставува водата за пиење во поилиштата на шталите. Таму, на едно место се напојуваат здрави животни и евентуално присутни заболени животни (носители на микроби). Болните животни со своите секрети и екскрети ја загадуваат водата и таа станува секундарен извор за ширење на заразни болести. На овој начин се пренесуваат сакагијата, туберкулозата, антраксот, салмонелозата, пастерелозата, лепроспирозата и други болести. Микроорганизмите во водата ја задржуваат својата способност за живот и размножување во различен временски период. Тоа зависи од отпорноста на микроорганизмот, како и од условите во надворешната средина (температура, рН-вредност на водата и други услови).

**Воздухот** често се спомнува како извор на заразни болести во објектите за сместување на домашните животни. Таму, на ограничен простор се одгледуваат голем број животни. Доколку на едно место има здрави и заболени животни, тогаш преку капкичките кои болните животни ги исфрлаат со кашлање и кивање, во воздухот доаѓаат микроорганизмите. Тие се одржуваат подолго време бидејќи капките од секретот на заболените животни ги штити од неповолните надворешни влијанија. Дополнително, во воздухот на објектите за сместување на животните има присуство на прашина која, исто така, ги штити микроорганизмите од неповолните влијанија. Добрата вентилација на објектите може да го намали бројот на присутни микроорганизми во воздухот и со тоа да се намали неговата улога во ширењето на заразните болести.

**Храната** контаминирана со патогени микроорганизми, исто така, претставува секундарен извор на заразни болести. Контаминацијата на храната настанува на два начини: на местото каде се произведува и подоцна во процесот на производство и складирање. Во првиот случај на ливадите и пасиштата каде што земјата е контаминирана со микроорганизми (на пример, спори на *Bacillus anthracis*), растенијата исто така, ги носат тие микроорганизми. Можна е контаминација на храната при несоодветни услови на складирање, кога таа се контаминира од примарните и секундарните извори на заразни болести. Во кафилериите при производство на месно и коскено брашно, истото може да биде контаминирано со патогени микроорганизми, доколку има некои неправилности во процесот на нивно подготвување, односно суровините не биле подложени на соодветна термичка обработка. Колку долго контаминираната храна ќе биде извор на заразни болести зависи од отпорноста на микроорганизмите од храната и условите во кои таквата храна е складирана.

**Предметите** контаминирани со патогени микроорганизми, исто така, претставуваат секундарни извори на заразни болести. Овде се мисли на предметите кои се наоѓаат во непосредна близина на животните: прибор за чистење, хранење, одржување на животните, инструментите за хируршки интервенции, доколку не се правилно стерилизирани пред употребата. Овие предмети кратко време претставуваат секундарен извор на заразни болести, бидејќи на нив микроорганизмите се задржуваат кратко време.

**Објектите за сместување на животните** претставуваат секундарен извор на заразни болести, доколку се контаминирани од примарните и интермедијарните извори. Во принцип, затворените простории остануваат подолго време како извор на заразни болести. Затоа се препорачува редовно спроведување на сите ветеринарно-санитарни мерки во објектите за сместување на животните, местата за утовар и истовар на животните, инкубаторските станици и другите одделенија во една фарма. Ова подразбира правилно механичко чистење, санитарно миење и вршење на редовна дезинфекција по секој завршен турнус на производство.

Кога објектите ќе бидат исчистени треба да останат празни една недела, па потоа повторно да се наполнат со животни. Овој принцип кој е добар за прекинување на синџирот за пренесување на заразни болести се нарекува „се внатре-се надвор”.

**Транспортните средства** се контаминираат со предизвикувачи на заразни болести и стануваат секундарен извор на зарази кога со нив се транспортираат наизглед здрави животни (носители на микроби), а кога по завршувањето на транспортот не се изврши пропишаното чистење и дезинфекција на транспортното средство. Исто така, и превозните средства кои пренесуваат мрши од угинати животни можат да бидат секундарен извор на заразни болести. Ако се има предвид големиот радиус на движење на превозните средства, тогаш може да се сфати значењето на овој секундарен извор на заразни болести од епизоотиолошка гледна точка. На овој начин можат да се шират заразни болести на големи далечини.

### 7.2.2. Патишта за пренесување на заразни болести

Под патишта за пренесување на заразни болести се подразбираат начините на кои причинителот на некоја заразна болест се пренесува од изворот на заразата до приемливиот организам. Патиштата за пренесување можат да бидат различни. Најчесто тоа настанува преку контакт, постелката, храната, водата, воздухот, почвата и некои инсекти.

**Ширење на заразните болести преку контакт.** Ширењето на заразните болести преку контакт може да биде преку директен контакт, индиректен контакт и кохабитација (заедничко живеење).

Преку **директен контакт**, главно се пренесуваат половите заразни болести. Извор на заразната болест претставуваат болните животни или носители на микробите, а директниот контакт се остварува преку половиот однос. На овој начин се шират вибриозата, бруцелозата, половиот осип, дурината и други болести. Со директен контакт се пренесуваат и некои заразни болести кај кои има изразени клинички промени по кожата (гноеници, егзантеми, отворени рани со исцедок), во кои се наоѓаат предизвикувачите на заразни болести (сипаници, сакагија, африканска сакагија, лигавка и шап и други).

Преку **индиректен контакт** се пренесуваат заразни болести најчесто преку контаминирани предмети, животни и луѓе. Заразните болести можат да се пренесуваат преку контаминирани предмети, само ако на тие предмети има доволен број патогени микроорганизми и ако животните дојдат во контакт со тие предмети. Најчесто индиректното пренесување на заразните болести настанува при контакт на животни отпорни на некоја заразна болест, кои причинителите ги носат на површината од телото, со животни кои се приемливи на таа заразна болест. Дивите животни и птиците на ваков начин ја пренесуваат миксоматозата кај домашните зајаци, глупците пренесуваат лептоспироза, а еден вид лилјак може да пренесе беснило на домашните животни и човекот. Дивите животни разносувајќи мрши од угинати животни, исто така, можат да пренесуваат заразни болести. Луѓето можат преку облеката, обувките или рацете на индиректен начин да пренесуваат заразни болести кои не се зоонози. На ваков начин, најчесто се пренесуваат заразни болести предизвикани од многу вирулентни вируси (лигавка и шап, свинска чума, чума кај живината, сипаница кај овците и други болести). Бруцелозата, исто така, може да се пренесува на ваков начин.

Затоа во фармите мора да се ограничи движењето на луѓе од надвор, на влезот од фармите да има дезинфекциони бариери наполнети со некое дезинфекционо средство и луѓето пред влегување во објектите со животни задолжително да носат заштитна облека. При ветеринарните интервенции мора строго да се почитуваат принципите за „Добра ветеринарна практика“ за да не се пренесат некои заразни болести при нестручно спроведување на вакцинации, земање на материјал за лабораториско испитување, спроведување на други дијагностички испитувања и интервенции. Колењето на болни животни не смее да се врши на фармите каде има голема агломерација на животни, туку само во посебни објекти за таа намена, односно кланици. Отстранувањето на мршите од угинати животни, деловите од животинските мрши и друг инфективен материјал мора да се врши со почитување на сите ветеринарно-санитарни принципи.

Со **кохабитација** или заедничко живеење на голем број животни, заразните болести можат да се шират преку допир или преку интермедијарните извори (секрети и екскрети). Тука може да се спомене и капковата инфекција, бидејќи со искашлување микроорганизмите од заболеното животно, речиси директно се пренесуваат на здравото приемливо животно кое се наоѓа во нивната околина.

**Ширење на заразните болести преку постелката.** На овој начин се пренесуваат патогените причинители од мајката на плодот, што најчесто доведува до абортус. Абортираниот плод треба да се отстрани на соодветен начин, бидејќи тој претставува интермедијален извор на заразна болест и може да ја контаминира постелката, која потоа може да стане секундарен извор на истата болест. Со редовна здравствена контрола на приплодните женски грла може да се спречи ширењето на заразните болести на машките приплодни грла преку полов однос.

**Храната** контаминирана со патогени микроорганизми, предизвикувачи на некоја заразна болест, често претставува и пат за нејзино пренесување. Ова се однесува, пред сè, за заразните болести кај кои инфицирањето настанува по алиментарен пат, односно влезна врата за патогениот микроорганизам претставуваат органите за варење. Ако се знае дека добиточната храна се пренесува на големи далечини, доколку е контаминирана, може да игра значајна улога во ширењето на заразните болести, и да претставува важен епизоотиолошки фактор. Така на пример, не се ретки случаите на пренесување заразни болести на овој начин од една држава во друга, или од еден континент на друг континент.

**Водата** како начин за пренесување на заразните болести може да има двојна улога. Доколку водата е контаминирана со патогени микроорганизми кои се предизвикувачи на заразни болести, тогаш таа претставува секундарен извор и директен пат за пренесување на таа заразна болест. Меѓутоа, доколку некоја мрша од угинато болно животно се наоѓа на пасиштата, тогаш со врнежите микроорганизмите од него можат да навлезат во почвата, па преку подземните води или реките, кои можат да контаминираат нови подрачја. Доколку приемливите животни дојдат во контакт со таква вода можат да се заразат со причинителите на некоја заразна болест. Во овој случај водата претставува индиректен пат за ширење на заразните болести. За да се спречи контаминацијата на подземните води, мора да се внимава при изборот на локација за добиточно гробиште. Потоа, треба да се внимава подземните води, кои најчесто се користат како извори за напојување на животните, да бидат што подлабоки, за да може почвата како филтер да ги задржи микроорганизмите во погорните слоеви.

**Воздухот** може да биде средина преку која се пренесуваат патогените микроорганизми кои предизвикуваат заразни болести. Во воздухот можат да лебдат честици од прашина кои во себе носат микроорганизми.

Микроорганизмите или конгломератите на микроорганизми, исто така, можат да бидат присутни и да лебдат во воздухот. Пренесувањето на инфективниот материјал преку воздухот настанува преку капките и честичите прашина кои во себе ги заштитуваат и ги носат микроорганизмите. На овој начин можат да се пренесуваат: туберкулозата, антраксот, сакагијата, сипаниците, грипот и други болести.

**Почвата** игра важна улога при пренесувањето на таканаречените *почвени инфекции* (антракс, шушкавец, гасни едеми и други). Причинителите на овие болести се наоѓаат во почвата или на нејзината површина, и преку повреди на кожата навлегуваат во организмот на приемливото животно, предизвикувајќи заразна болест.

**Инсектите** можат да претставуваат патишта за пренесување на одредени заразни болести кои се нарекуваат трансмисиони зарази. Меѓу овие заразни заболувања се разликуваат задолжително трансмисиони (се пренесуваат само преку инсекти) и условно трансмисиони (освен со инсекти, можат да се пренесуваат и на друг начин). Инсектите можат да ги пренесуваат заразните болести преку механички или биолошки пат. При *механичкото пренесување*, предизвикувачот на болеста не се размножува во телото на инсектите, туку се наоѓа на нивната површина и се пренесува од животно на животно, преку оштетувањата на кожата што ги прават инсектите со деловите од нивните тела. *Биолошко пренесување* е кога микроорганизмите навлегуваат во телото на инсектите, таму се размножуваат, па дури потоа можат да се пренесат и на потомствата. Постојат повеќе примери на заразни болести кои се пренесуваат преку инсектите. Шталската мува механички го пренесува причинителот на антракс на луѓето и животните, а експериментално е утврдено дека може да го пренесува и причинителот на црвен ветар и свинска чума. Болвите и вошките може да пренесуваат сипаница кај прасињата, а комарците, инфективна анемија кај копитарите. Комарците се биолошки преносители на маларијата, а крлежите на спирохетозата, пироплазмозата и Q-треската.

### 7.2.3. Врата на инфекцијата

Врата на инфекцијата е местото преку кое микроорганизмот навлегува во организмот на приемливото животно, и претставува значаен фактор за појава на болест. Врата на инфекцијата може да бидат:

- лигавиците на респираторниот, дигестивниот, урогениталниот тракт и конјунктивите на очите;
- кожата;
- постелката;
- непозната врата на инфекцијата.

Според некои автори, микроорганизмите можат да навлезат во организмот на животните преку неповредена лигавица или преку повредена лигавица со различни воспалителни процеси.

**Лигавицата на респираторниот тракт** претставува влезна врата на инфекцијата за микроорганизмите кои се шират преку воздухот. Овој начин на инфицирање се среќава кај грипот, чумата кај малите кутриња, туберкулозата и други болести.



**Лигавицата на дигестивниот тракт** претставува влезна врата за оние микроорганизми кои се внесуваат преку храната и водата. Пример за такви заразни болести се: свинската чума, бруцелозата, колерата кај живината, паратуберкулозата, лигавката и шапот, салмонелозата, антраксот и многу други. Главна бариера која го спречува ширењето на инфекциите преку органите за варење претставува желудечниот сок, кој со својата кисела рН-вредност делува неповолно за микроорганизмите. Инфекциите кои настануваат преку органите за варење се нарекуваат алиментарни инфекции.

**Лигавицата на урогениталниот тракт** претставува врата на инфекцијата за половите заразни болести. Како пример овде можат да се спомнат вибриозата, половиот осип, дурината и други. Меѓутоа, причинителите на некои заразни болести покрај преку вообичаените врати на инфекција, во организмот можат да навлезат и преку лигавицата на урогениталните органи. Такви заразни болести се ждробечакот, туберкулозата, лептоспирозата.

**Лигавицата на окото (конјунктивата)** при природни услови ретко претставува врата на инфекцијата. Најчесто преку конјунктивите можат да навлезат различни патогени микроорганизми, доколку на истите постои некој воспалителен процес или различни оштетувања. Меѓутоа, во повеќето случаи се работи за локална воспалителна реакција на конјунктивите или конјунктивит. Во ветеринарната медицина се случува при нестручно вршење малеинизација (алергиска реакција за откривање на животни заболени од сакагија) да се пренесат некои заразни болести (на пример, инфektivна анемија кај коњите).

**Кожата** може да биде врата на инфекцијата во случаи кога на неа има најразлични повреди. Повредите обично се јавуваат од опремата, механички повреди или од убод на инсекти. Постојат инфекции, на пример, тетанус, шушкавец, беснило, африканска сакагија, актиномикоза, кај кои влезна врата е исклучиво кожата. Инаку, кожата претставува солидна бариера која го спречува навлегувањето на микроорганизмот во организмот на животните и човекот. Таа е покриена со влакна и перја кои овозможуваат механичка заштита, а содржи и многу бактерицидни материи кои делуваат штетно на микроорганизмите (пот, лој, лизозим). Некои микроорганизми, како на пример, стрептококите и стафилококите, можат преку изводните канали на лојните и потните жлезди да навлезат подлабоко во кожата и да предизвикаат инфекција.

**Постелката** служи како врата за инфекција кај болестите кои се пренесуваат од мајката на плодот, и кои најчесто завршуваат со абортуси.

Некои инфекции **немаат позната врата** преку која причинителите на заразните болести навлегуваат во организмот на животните. Тоа се главно инфекции за кои не е познат начинот на пренесување.

#### 7.2.4. Вируленција и количество на микроорганизмот

Зборот вируленција доаѓа од латинскиот збор *virus*-отровна лигава материја, отров, или отровност. Преку вируленцијата се изразува степенот на способност некој микроорганизам да предизвика заболување, односно степенот на неговата способност за навлегување во организмот на домаќинот, одржување, размножување и ширење во него. Од количеството и активноста на отровните супстанции кои ги продуцираат патогените микроорганизми ќе зависи и тежината на оштетувањата кои го прават на ткивата и нарушувањата во нивната функција, а од тоа ќе зависи и вируленцијата. Вируленцијата е стекната особина на патогените микроорганизми.

Вируленцијата не е константна особина на микроорганизмите и може да се менува, и тоа, од силно изразена до воопшто неизразена. Доколку некој сој на микроорганизам е високовирulentен преку пасажа низ неприемлив или слабо приемлив организам може да му се намали вируленцијата. Микроорганизмите со намалена вируленција предизвикуваат поблаги или латентни форми на болеста кај приемливите организми.

Покрај вируленцијата, во настанувањето на инфекцијата важна улога има и количеството на патогени микроорганизми кои навлегуваат во организмот. Во голем број случаи можно е да се одреди количеството на патогени микроорганизми кои кај приемливото животно можат да предизвикаат клинички симптоми на болеста. Најмалото количество на микроорганизми кои предизвикуваат клинички манифестации на болеста се нарекува *dosis minima infectans* (DMI). Најмалото количество микроорганизми кои доведуваат до смрт на одредена единка ако се внесени во организмот на одреден начин се нарекува *dosis letalis minima* (DLM). Одредувањето на DMI и DLM кај бактериските инфекции се одредува со броење на бактериите или мерење на токсинот кога се работи за интоксикации. Одредувањето на DMI и DLM кај вирусите се врши со волуменски единици (милилитри). На пример, за лигавка и шап DLM за глувци стари од 2 до 5 дена изнесува  $10^{-4}$  разредена суспензија на вирусот, која во 0,1 ml содржи 1 DLM, ако се внесе преку перитонеумот (внатрешната обвивка на стомачната празнина). При одредување на DLM секогаш се земаат поголем број на експериментални животни за испитување на секое разредување одделно. За секое животно не се добива апсолутно исто количество од разредувањето, па за одредување на DLM се зема најголемото разредување кое доведува до угинување на 5% од животните на кои им била извршена инокулација (вбризгување).

### 7.2.5. Приемлив организам, домаќин на заразата

Под поимот приемлив организам се подразбира особина на макроорганизмот да поседува услови за живот на микроорганизмот кој навлегол во него. Приемливоста претставува спротивно од резистентноста, па често за оваа особина се користи терминот предиспозиција. Макроорганизмот и микроорганизмот се во постојана борба за зачувување на сопствениот живот, а со тоа и опстојување на видот на кој припаѓаат. Во оваа борба макроорганизмот се служи со вродените и стекнатите механизми (кожа, лигавица, специфични и неспецифични фактори на одбраната и друго). Постојат повеќе фактори кои влијаат врз приемливоста на макроорганизмот за одреден микроорганизам.

Приемливоста на организмот за одредена болест е поврзана со видот, расата, возраста, полот, конституцијата, начинот на одгледување, исхраната, искористувањето, постоењето на други заболувања, оштетувањата на ткивата, транспортот и густината на населеност на одредена површина и многу други. Одамна се знае дека од некои заразни болести заболуваат само одредени видови домашни животни или само еден вид. На пример, од сакагија главно заболуваат копитарите, од чума кај говедата чапункарите, а од свинска чума само свињите. Оваа селективна приемливост често се користи при поставување на дијагнозата на одредена болест. На пример, ако во еден ист објект заедно се одгледуваат коњи и говеда, а заболат само говедата со афтозни промени по лигавицата на устата, треба веднаш да се посомневаме на шапот и лигавката. Ако во истата штала заболат и коњите и говедата, тогаш се исклучува шапот и лигавката како причина за заболувањето, и се поставува сомневање дека се работи за некое воспаление на лигавицата од усната празнина.

Разлики во приемливоста можат да постојат и меѓу расите на еден вид животни. Но, малку не може со сигурност да се посомневаме дека навистина постои разлика во приемливоста кон одредена болест меѓу расите. Можно е таа разлика во приемливоста да се должи на условите за одгледување, селекцијата, или пак да биде резултат на стекнатиот имунитет кој не може да се смета за расна особина.

Возраста на животните, исто така, може да биде значаен фактор кој влијае врз приемливоста на организмот спрема некој причинител на заразна болест. Младите животни се поосетливи кон одредени болести од постарите. Меѓутоа, нема некое правило во однос на оваа предиспозиција. На пример, кај теле инфицирано со *Brucella abortus*, болеста поминува во латентен (инапарентен) облик. Ако истата инфекција се прошири на гравидни животни, тогаш настанува абортус. Поголемата приемливост на помладите категории животни може да се објасни и со нивната незрелост да создаваат сопствен имунолошки (одбранбен) систем. Периодот непосредно по раѓање тие се целосно зависни од мајката. Постелката, главно е непропустлива за овие големи молекули, па новородените животни, првата заштита ја добиваат од колостралното млеко на мајката. Колостралното млеко е богато со имуноглобулини против причинителите со кои мајката дошла во контакт за време на својот живот и создала имунитет против нив. Младите животни можат да ги ресорбираат овие имуноглобулини само во првите 36 до 48 часа по раѓањето. Подоцна лигавицата на текните црева станува непропустлива за имуноглобулините. Затоа младите животни во првите два до три месеци, додека да стекнат имунолошка зрелост се поизложени на инфекции, и кај нив болеста има обично тежок тек и завршува со смрт. На пример, Аујецкиевата болест кај младите има висок морбидитет (зафаќа голем процент на животни) и многу висок леталитет (смртност), додека кај одраснатите свињи болеста најчесто поминува во латентен (скриен) облик.

Полот како фактор за приемливост на животните кон одредени заразни болести има само мало влијание. Не може да се зборува за осетливост поврзана за полот ако причинителот е локализиран во млечната жлезда и таму предизвикува воспалителни процеси (мастит). Приемливоста на животните кон некоја болест може индиректно да биде поврзана со полот во случаите кога има прекумерно искористување на животните (прекумерна полова експлоатација на пастувите, зголемена млечност кај кравите и други примери).

Условите за одгледување имаат големо влијание врз степенот на индивидуалната отпорност на животните спрема некоја инфекција. На пример, лошите хигиенски услови за одгледување, нарушената благосостојба на животните, преголемата агломерација на животни на мал простор, несоодветните микроклиматски услови во објектите за одгледување и други неповолни услови, негативно влијаат врз отпорноста на животните спрема инфекциите. Интензивните системи на одгледување со зголемена продуктивност на животните сами по себе носат опасност од појава на една нова патологија кај животните и појава на заразни болести кои порано не биле присутни. Инфективниот бовин ринотрахеит се повеќе се појавува во фармите каде има густа насленост на приемливи животни (во овој случај говеда). Постои цела низа респираторни болести кои се појавуваат во фармите за домашни животни во кои не постојат оптимални услови за одгледување и има нарушена благосостојба на животните. Затоа, зачувувањето на благосостојбата на животните и одржувањето на оптимални услови за нивно одгледување ја подобруваат нивната отпорност спрема заразните болести.

Познато е дека дефицитарната исхрана со неопходните хранливи материи ја намалува отпорноста на животните кон сите болести, вклучително и заразните. Овде треба да се нагласи улогата на витамините и минералните материи во заштитата на организмот.

Неправилната експлоатација ја зголемува приемливоста на животните кон заразните болести. Во интензивните системи за одгледување се бара максимална продуктивност на животните и максимални репродуктивни резултати. Ова го ослабнува организмот и го прави поприемлив за болести. Селекцијата на високо продуктивните животни направи голем чекор во однос на нивната продуктивност, но од друга страна таквата еднострана селекција ја намали отпорноста на домашните животни и тие станаа поприемливи за разни заразни болести. Производите кои се добиваат од болни животни претставуваат секундарен извор на заразни болести. Од ова следува заклучокот дека само од здрави животни можат да се произведат хигиенски исправни производи кои нема да го загрозуваат здравјето на луѓето и животните.

Постоењето на разни болести кај животните ја намалува нивната отпорност и ги прави поприемливи за други заразни болести. Заболувањата на органите за варење (органски болести) го намалуваат искористувањето на храната и со тоа го ослабнуваат организмот на животните. При ова, настануваат разни воспалителни процеси на лигавицата на органите за варење и таа повеќе не претставува бариера која го спречува навлегувањето на патогените микроорганизми во крвотокот. Оштетувањата на одделни органи или органски системи од страна на паразитите ја намалува нивната физиолошка функција, а со тоа се овозможува побрзо и полесно навлегување на микроорганизмите во организмот на животните. Присуството на некоја заразна болест во организмот на животното го прави организмот поприемлив за предизвикувачите на други заразни болести, при што, се јавуваат мешани инфекции. На пример, при примарна инфекција со вирусот на свинска чума, организмот ослабнува и се создаваат можности за интензивно размножување на пастерелите и салмонелите кои дополнително го ослабнуваат приемливиот организам, со што примарната болест добива тежок тек и завршува со смрт.

Оштетените ткива од разни механички или хемиски агенси ја губат нормалната заштита и претставуваат врата за инфекцијата. Повредите на кожата и лигавиците често се влезна врата за заразните болести кои настануваат преку рани (тетанус, шушкавец, беснило и други).

Транспортот на животните на голема оддалеченост, доколку не се исполнети потребните зоохигиенски услови, неповолно влијае врз организмот и ја намалува неговата отпорност.

Преполнетоста на објектите за сместување на домашните животни, односно големиот број животни на мал простор, ја нарушува нивната благосостојба и ги прави животните поприемливи за заразни болести. Истовремено, големата агломерација на животни овозможува полесно пренесување на патогените микроорганизми од заболени на здрави животни и со тоа ширење на заразните болести.

Од изложеното се гледа дека приемливите животни заедно со сите останати фактори (извор, патишта на пренесување, влезна врата, количество и вируленцијата на патогените микроорганизми), овозможуваат појава и ширење на заразните болести.

**ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставните теми  
ПОИМ ЗАРАЗА И ЗАРАЗНА БОЛЕСТ и ОПШТА ЕПИЗООТИОЛОГИЈА**

1. Што се подразбира под заразни или инфективни болести?
2. Што е разликата помеѓу заразна болест и зараза?
3. Што се зоонози?
4. Што проучува епизоотиологијата?
5. Што се подразбира под поимот епизоотија?
6. Што се подразбира под поимот ензоотија?
7. Што се подразбира под поимот панзоотија?
8. Што претставува изворот на зараза?
9. Кои животни се носители на патогениот микроорганизам?
10. Што се кафилерии?
11. Кои се примарни извори на зараза?
12. Кои се секундарни извори на зараза?
13. Кои се интермедијарни извори на зараза?
14. Која е улогата на почвата како секундарен извор на зараза?
15. Која е улогата на водата како секундарен извор на зараза?
16. Која е улогата на воздухот како секундарен извор на зараза?
17. Која е улогата на храната како секундарен извор на зараза?
18. Која е улогата на предметите како секундарен извор на зараза?
19. Која е улогата на објектите за сместување на животните како секундарен извор на зараза?
20. Како се пренесуваат заразите преку контакт?
21. Како се пренесуваат заразите преку постелка (плацента)?
22. Како се пренесуваат заразите преку храна?
23. Како се пренесуваат заразите преку транспортни средства?
24. Како се пренесуваат заразите преку вода?
25. Како се пренесуваат заразите преку воздух?
26. Како се пренесуваат заразите преку почва?
27. Како се пренесуваат заразите преку инсекти?
28. Кои органи можат да бидат врата на инфекција кај животните?
29. Што претставува DMI и DLM?
30. Што се подразбира под приемлив организам, домаќин на заразата?
31. Од кои фактори зависи приемливоста на животното за одредена заразна болест?



## 7.3. ПОДЕЛБА НА ЗАРАЗИТЕ СПОРЕД НАЧИНОТ НА ШИРЕЊЕ

Спрема начинот на движење заразите можат да се поделат на:

- синцирести зарази;
- брановидни зарази и
- експлозивни зарази.

**Синцирести зарази.** Овде спаѓаат оние зарази кои настануваат поединечно или само во одредени стада, а до масовни ширења доаѓа кога на одреден терен ќе се спојат повеќе такви жаришта. Овие зарази можат да се јават во вид на ензоотија, епизоотија или панзоотија. Кај оваа група на зарази инфекцијата настанува главно со непосреден контакт на приемливите единки со изворот на зараза (пример: храна – антракс, каснување – беснило и др.). Ширењето на синцирестите зарази е релативно бавно, бидејќи за појава на поголем број жаришта на едно подрачје треба да помине одредено време. Кај овие зарази не е тешко да се открие изворот и да се следи нивното движење. Синцирестите зарази се јавуваат во едно стадо со приемливи животни главно незабележливо, каде опстојуваат извесно време. Влегувањето на заразата во стадото се случува преку постоење латентна инфекција или хронични облици на болест. Се случува при дијагноза на заразата, процентот на заболени животни да биде многу висок. Покрај постепеното ширење, друга карактеристика на синцирестите зарази е тоа што се многу упорни. Причина за ова е што патогените микроорганизми кои ги предизвикуваат овие зарази остануваат долго време активни во надворешна средина или се одржуваат во дивите животни.

Спречувањето на овие зарази во принцип е мошне сложено и трае долг временски период. Борбата со нив бара плански и систематски пристап кој опфаќа утврдување на изворот и патиштата за пренесување на заразата.

Главна цел во борбата со овој вид зарази е да се спречи нивното ширење, да се најде начин за нивно сузбивање, а со тоа и да се намалат штетите во фармите.

Како една од соодветните мерки за нивно сузбивање се користи имунопрофилактиката, но во сите случаи таа не дава задоволителни резултати, како што е на пример случајот со бруцелозата, антраксот и беснилото.

Затоа, најсигурен пат во борбата со синцирестите зарази претставува пресекувањето на патиштата за пренесување и уништување на изворите на зараза.

**Брановидни зарази.** Во брановидни зарази се вбројуваат оние зарази кои не се врзани за одреден простор и кои при нивното ширење како пожар ги зафаќаат сите приемливи животни. Во овие зарази се вбројуваат сите епизоотии. Типични претставници на овој вид зарази се шапот и лигавката, свинската чума, чумата кај живината, чумата кај говедата, африканската свинска чума и други. Една од главните карактеристики на овие зарази е што се предизвикани од вируси. Поради високата вируленција на причинителите, доволно е само мало количество од вирусот да навлезе во приемливиот организам и да предизвика болест.

Во исушена состојба вирусите можат подолг временски период да останат активни, односно инфективни на предметите, волната, храната и да претставуваат потенцијална опасност за појава на зараза.

Кај брановидните зарази многу е тешко да се открие изворот и патиштата на нејзиното пренесување. Брзината на ширење кај овие зарази, главно зависи од густината, т.е. населеноста на приемливите животни, отпорноста на предизвикувачот во надворешна средина, неговата вирулентност и патиштата за нејзино пренесување.

По преболувањето на болеста, животните формираат имунитет кој може да ги штити долго време (некогаш и доживотно) од таа заразна болест, со што може да се објасни намалувањето на интензитетот на заразите од оваа група.

Имунопрофилактиката има важна улога во сузбивањето на овој вид зарази. Со вакцинацијата на приемливите животни, се создава имунитет и еден вид бариера која не дозволува заразата да се шири надвор од загроениот круг.

Понекогаш, поради природата на самата зараза се користат радикални методи, односно убивање на заболените и сомнителни животни и нештетно отстранување на нивните мрши, со цел да се спречи ширењето на заразата. Овој метод се нарекува „*stamping out*“. Во некои случаи се врши изолација на заразените и сомнителните животни со цел да се добие во време до донесување на конечна одлука. Генерално, и кај овој вид зарази треба да се открие изворот и да се пресечат патиштата за нејзино пренесување, за нивно успешно сузбивање.

**Експлозивни зарази.** Во оваа група спаѓаат оние зарази кои настануваат моментално, во краток временски период, во вид на експлозии. Микроорганизмите кои ги предизвикуваат овие зарази веќе се присутни во организмот, така што овде не е важен начинот на пренесување на специфичниот причинител, ниту е важна вратата преку која тој навлегол во организмот. Поради тоа, може да се заклучи дека експлозивните зарази настануваат тогаш кога под влијание на факторите од средината, каде се наоѓа приемливиот организам, доаѓа до намалување на отпорноста на приемливиот организам, или до зголемување на вирулентноста на микроорганизмот. Обично овие неспецифични фактори дејствуваат во двата правци: ја намалуваат отпорноста на животните и ја зголемуваат вирулентноста на микроорганизмите. Дали експлозивната зараза ќе се појави на помало или поголемо подрачје, зависи од населеноста на приемливите организми и од просторот на кој делуваат неспецифичните фактори. Експлозивните зарази најчесто се појавуваат како ензоотии, главно на одреден простор, а ретко се случува да се прошират како синцирестите зарази. Интересно е дека неспецифичните фактори никогаш не делуваат самостојно, туку повеќе од нив синхронизирано.

Спречувањето на појавата, ширењето и искоренувањето на експлозивните зарази претставува многу голем проблем. За да се постигне ова, потребно е добро да се познаваат неспецифичните фактори и нивното влијание врз макроорганизмите и микроорганизмите. Со отстранувањето на неспецифичните фактори можно е да се прекине заразата. Меѓутоа, ова не е некое правило, бидејќи микроорганизмите со поминување низ приемливите организми ја зголемуваат својата вирулентност, па подоцна и без помош на неспецифичните фактори можат лесно да предизвикаат инфекција.

Кај некои експлозивни зарази (на пример, црвен ветар кај свињите) имунопрофилактиката игра значајна улога, додека кај други (на пример, салмонелозата) нема поголемо значење.

На крај, би можело да се заклучи дека во споментите три групи зарази (синцирести, брановидни и експлозивни) можат да се вбројат сите зарази. Меѓутоа, треба да се знае дека меѓу овие три групи не постојат остри граници.

Затоа, спречувањето и искоренувањето на некоја зараза не може да се врши по некој однапред направен шаблон. Секоја зараза носи одредени специфичности и проблеми кои треба добро да се проучат пред да се донесе вистинската одлука за нејзино сузбивање.

**ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема  
ПОДЕЛБА НА ЗАРАЗИТЕ СПОРЕД НАЧИНОТ НА ШИРЕЊЕ**

1. Како се делат заразите према начинот на ширење?
2. Кои се карактеристиките на синцирестите зарази?
3. Кои мерки се преземаат за спречување на ширење на синцирестите зарази?
4. Кои се карактеристиките на брановидните зарази?
5. Кои мерки се преземаат за спречување на ширење на синцирестите зарази?
6. Кои се карактеристиките на експлозивните зарази?
7. Кои мерки се преземаат за спречување на ширење на синцирестите зарази?

## 7.4. ДИЈАГНОСТИКА НА ЗАРАЗНИТЕ БОЛЕСТИ

Поставувањето брза и точна дијагноза е еден од најважните услови за успешно сузбивање на заразните болести. За ова е неопходно добро познавање на епизоотиологијата, клиничките знаци, патологијата, како и лабораториските методи кои се користат за поставување точна дијагноза на заразните болести.

**Епизоотиолошка дијагноза.** Сите случувања поврзани со појавата, ширењето, движењето на некоја зараза и методите применети за нејзино уништување заедно со постигнатите резултати се внесуваат во епизоотиолошки дневник. Овој дневник треба да го водат ветеринарните друштва во своето подрачје. Во дневникот се внесуваат и епизоотиолошките случувања во соседните подрачја и целата држава. Овој дневник треба да послужи како основа за поставување на епизоотиолошката дијагноза. На пример, ако во соседните подрачја има појава на шап и лигавка, тогаш секој везикуларен стоматит (воспаление на лигавицата на устата) кај говедата, овците, козите и свињите треба да ни даде сомневање на шап и лигавка. Не треба да се заборава дека подобро е да се сомневаме на некоја заразна болест, па дополнително сомневањето да го исклучиме, отколку да не се сомневаме, па дополнително да се утврди дека се работи за постоење на заразна болест. Податоците кои ги содржи епизоотиолошката анамнеза (анамнестички податоци се оние кои се запишани во дневникот и ни даваат првични информации за некоја заразна болест), треба да ни дадат одговор за појавата на болеста, морбидитетот, морталитетот, леталитетот, видот и староста на заболените животни, извршените вакцинации и друго. Морбидитет претставува процент на заболени, во однос на вкупниот број приемливи животни. Морталитет претставува процент на угинати, во однос на бројот на приемливи животни. Леталитет претставува процент на угинати, во однос на вкупниот број заболени животни.

**Клиничка дијагноза.** Во поставувањето на дијагнозата важна улога има клиничкиот преглед. Овој преглед овозможува откривање на општите, и што е поважно, карактеристичните знаци на заразната болест. Понекогаш, со клиничкиот преглед можат да се откријат симптоми кои ќе бидат доволни за поставување точна дијагноза. Ова главно зависи од обликот на болеста, бидејќи симптомите кои ја карактеризираат болеста можат да бидат послабо или посилено изразени. Во случај на поголем број заболени животни, тогаш кај различни животни можат да се појават симптоми со различен интензитет, во различни стадиуми на болеста, со што ќе може да се комплетира целата клиничка слика за одредена заразна болест. Кај латентните и хроничните инфекции послабо или воопшто не се изразени клиничките симптоми, па овде за поставување на дијагноза ќе мора да се употребат лабораториските испитувања.

Првите клинички знаци при појава на заразна болест се зголемена телесна температура (хипертермија) и појава на различни форми на треска. Падот на температурата под физиолошките граници или хипотермија е прогностички многу неповолен знак. Други општи симптоми за сите заразни болести се малаксаност, анемија, бледило или црвенило на кожата и други. Карактеристичните клинички симптоми се специфични за одделни заразни болести.

**Патолошко-анатомска дијагноза.** Во одредени случаи, епизоотиолошката анамнеза и клиничката слика не се доволни за поставување на дијагноза. Обдукцијата на угинатите или жртвуваните тешко заболени животни може да даде повеќе информации за промените на органите и ткивата кои настанале како резултат од патогеното делување на предизвикувачот на заразната болест. Патолошко-анатомскиот наод кај некои заразни болести е многу карактеристичен и може да овозможи поставување точна дијагноза. Пред да се пристапи кон обдукција на угинатите животни, мора да се земат предвид епизоотиолошките податоци, бидејќи при одредени заразни болести не е дозволено да се врши обдукција (на пример, при антраксот). Обдукцијата мора да се врши на специјално одредени места, како што се добиточните гробишта или просториите со крематориум. Не е дозволено животно угинато на едно подрачје да се обдуцира на друго подрачје, во несоодветни услови, бидејќи тоа би претставувало пат за пренесување на заразната болест. При сомневање за постоење на заразна болест, обдукцијата мора да се врши постапно и целосно, не запоставувајќи ниту еден орган или ткиво. По обдукцијата треба да се изврши комплетна дезинфекција на местото и употребениот прибор.

**Лабораториски испитувања.** Во случаите кога се сомневаме на постоење на заразна болест, било да се работи за живо животно, угинато или принудно заклано, се зема материјал и се праќа на лабораториско испитување. Целта на лабораториските испитувања е за што пократок временски период да се изврши изолација и идентификација на патогениот микроорганизам кој ја предизвикал заразната болест. Кога ќе се открие причинителот, ќе се знае што треба да се преземе за да се сузбие заразната болест. Лабораториските методи се базираат на директна идентификација на патогените микроорганизми спрема нивните карактеристики, или индиректно, со серолошките реакции, кога се открива присуството и висината на титарот на специфичните антитела. Најчести лабораториски методи кои се применуваат се: микроскопските испитувања, културелните испитувања, серолошките реакции, биолошкиот опит и алерголошките испитувања.

Со *микроскопскиот преглед* може да се изврши детерминација на микроорганизмите врз основа на нивните морфолошки карактеристики, карактеристичните промени кои ги предизвикуват во клетките и ткивата, а со електронски микроскоп може да се види вирусната честичка, симетријата на капсидот, бројот на капсомери, надворешната обвивка и други карактеристики.

*Културелните испитувања* се вршат со засејување од материјалот на хранливи подлоги или инокулирање во култура од клетки или пилешки ембриони кога се сомневаме на постоење на вирусна инфекција. По одреденото време потребно за инкубацијата, се гледаат колониите од бактериски клетки и нивните физиолошки особини, и врз основа на тоа се врши нивно детерминирање. Кога се работи за вирусни инфекции се гледа цитопатогениот ефект кој го прави вирусот на културата од клетки или пилешкиот ембрион и врз основа на тоа се идентификува групата на која припаѓа вирусот.

*Серолошките испитувања* се користат за да се докаже присуството и титарот (количеството) на специфичните антитела во крвниот серум од заболено или сомнително животно, или во материјалот земен од угинато животно. Од серолошките реакции најмногу се употребуваат: аглутинација, преципитација, аглутинација-лиза, инхибиција на хемаглутинација, реакција на врзување на комплемент и други. Резултатите од серолошките испитувања немаат секогаш исто значење од дијагностичка гледна точка. Позитивниот резултат од серолошката реакција укажува на постоење на инфекција.



Меѓутоа, негативната реакција не мора да значи дека нема инфекција. Ова е заради тоа што секоја серолошка реакција има праг на осетливост за количеството на антитела кои мораат да бидат регистрирани.

**Биолошкиот опит** претставува провокација на одредена болест во лабораториски услови на лабораториски животни. Се користи кога со сигурност не може да се изолира некој причинител на заразна болест. Во случаите кога лабораториските животни не се осетливи кон некој причинител на болест, тогаш за биолошки опит се користат домашни животни. Од материјалот кој е пратен на лабораториско испитување, или од изолираните микроорганизми, се зема и се аплицира во опитните животни. Од заболените или угинати опитни животни се зема материјал од кој ќе се изолира и идентификува микроорганизмот. По завршување на опитот, експерименталните животни нештетно се уништуваат, а просторијата комплетно се дезинфицира.

**Алергиските проби** се вршат со инокулирање на алергени на лигавиците или во кожата на испитуваните животни. На местото на апликација се развива воспалителен процес, доколку испитуваното животно претходно дошло во контакт со истиот тој алерген. Доколку во животното нема специфични антитела на внесените антигени (алергени), тогаш нема појава на воспалителна реакција.

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ДИЈАГНОСТИКА НА ЗАРАЗНИТЕ БОЛЕСТИ

1. Кои методи се користат за дијагностика на заразните болести?
2. Што опфаќа епизоотиолошката дијагноза на заразните болести?
3. Кои податоци ги содржи епизоотиолошката анамнеза?
4. Како се поставува клиничката дијагноза на заразните болести?
5. Што претставуваат клиничките симптоми на заразната болест?
6. Кои се општите клинички симптоми карактеристични за сите заразни болести?
7. Кои се карактеристичните клинички симптоми за одредена заразна болест?
8. Како се поставува патолошко-анатомската дијагноза на заразните болести?
9. На кои места се врши обдукција на угинатите животни?
10. Кои мерки се преземаат по извршената обдукција?
11. Кои лабораториски испитувања се применуваат за дијагноза на заразните болести?
12. Кои можности ги нуди микроскопскиот преглед при дијагностицирање на заразните болести?
13. Кои можности ги нудат културелните испитувања при дијагностицирање на заразните болести?
14. На што се базираат серолошките испитувања при дијагностицирање на заразните болести?
15. Што претставува биолошкиот опит?
16. На кој принцип се базираат алергиските проби при дијагностицирање на одредени заразни болести?

## 7.5. ПРИНЦИПИ ЗА СПРЕЧУВАЊЕ И РАДИКАЦИЈА НА ЗАРАЗНИТЕ БОЛЕСТИ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Борбата против заразните болести претставува сложена процес при која се применуваат различни методи, во зависност од тоа за која болест се работи, категоријата на приемливи животни, условите во кои се одгледуваат животните и цела низа други фактори кои влијаат врз ефикасноста на борбата.

При појавата на заразна болест, најважно е да се постави точна дијагноза. Од тоа ќе зависат сите мерки кои понатаму ќе се преземат, и секако, на крај успехот во таа борба. Постојат заразни болести кај кои дијагнозата се поставува лесно, но и голем број болести кога се протребни цела низа испитувања за да се дојде до точна дијагноза. При поставување на дијагнозата се користат епизоотиолошките податоци, клиничката слика, резултатите од обдукцијата и регистрираните патолошко-анатомски промени, и на крај, лабораториските испитувања за точна идентификација на причинителот на заразната болест.

Во случаите додека се чека лабораториската дијагноза, за да не се изгуби во време, се преземаат одредени мерки врз основа на сомневањето за постоењето на заразна болест. Овие мерки треба да го спречат натамошното ширење на болеста. Потоа следува утврдување на раширеноста на болеста. Ова се врши со систематски преглед на сите приемливи животни на одредено подрачје, почнувајќи од периферијата (по претпоставка, незаразени подрачја) кон центарот или жариштето на инфекцијата. Овие постапки треба да дадат информации за бројот на приемливи животни, морбидитетот, морталитетот и леталитетот на заразната болест.

По добивањето на лабораториските резултати и утврдувањето на точната дијагноза, се прави план за сузбивање на заразната болест. Планот за борба против заразната болест зависи од нејзиниот карактер и мора да биде во согласност со законските регулативи. Од методите кои се применуваат ќе споменеме само некои.

„*Stamping out*“ е радикална метода со која се врши убивање на заболените и сомнителни животни и нештетно отстранување на нивните мрши. Дава најдобри и економски најисплатливи резултати, но само ако болеста на време е откриена, ако зафатила мал број животни и ако се убиени сите заболени и сомнителни животни. По оваа метода се применува комплетна дезинфекција на зафатените подрачја. Една варијанта на оваа метода претставува принудното колење на заболените и сомнителни животни и користење на нивните производи само како преработки по одредени услови на преработка, пред сè, термичка.

**Изолацијата на болните и сомнителните животни** дава добри резултати при акутните заразни болести, а нема ефект при хроничните болести кога и по оздравувањето животните остануваат носители на микроорганизми. Изолацијата се спроведува сè додека не се докаже дека животните оздравеле или воопшто не биле болни. Кај преболените животни често се користи соодветна терапија. По прекинувањето на изолацијата се врши комплетна дезинфекција на животните и просториите. Понекогаш се користи комбинација од изолација и „*stamping out*“.

Под **ветеринарно-санитарни мерки** се подразбираат постапки кои се предвидени со закон со цел успешно справување со заразните болести. Тие постапки опфаќаат: одредување на заразеното подрачје (дистриктно подрачје), обележување на домашните животни, забрана или ограничување на прометот со домашни животни, забрана за движење на луѓе и возила, издавање на здравствени уверенија за животните, забрана за колење на животни без одобрение на ветеринарниот инспектор, одредување на условите за колење на болни и сомнителни животни, забрана за употреба на пасишта и редица други мерки. Законот предвидува дека можат да се преземат и други мерки со цел успешно справување со некоја заразна болест.

**Вакцинацијата** или **имунизацијата на животните** претставува мерка за заштита на здравите животни од одредени заразни болести. Какви вакцини ќе се користат, главно зависи од епизоотиолошката ситуација на теренот каде се применуваат. При тоа, треба да се има предвид дека сите вакцинирани животни не значи дека се сигурно заштитени. Имунопрофилактиката се смета за успешна ако со неа се заштитени 80 до 90% од вакцинираните животни. Затоа, на имунопрофилактиката мора да се гледа како на една од мерките за превенирање и ерадикација на заразните болести, но не и како единствена мерка.

Една од профилактичките мерки, која се применува за спречување на внесување болни животни во здраво стадо е карантинот. **Карантинот** претставува специјално изграден објект, строго изолиран од околината, обезбеден со храна за одреден број на животни додека трае изолацијата. За времето додека животните се сместени во карантинот се вршат дијагностички испитувања за се утврди дали има болни животни. Овој период може да се искористи и за вршење вакцинација против болестите кои се среќаваат на тоа подрачје.

### 7.5.1. Законски регулативи во Република Македонија за спречување и ерадикација на заразни болести на нејзината територија

Со **Законот за ветеринарното здравство** донесен 2007 година (Службен весник на Р. Македонија бр.113/2007 ), се уредуваат организацијата и одговорноста во вршењето на ветеринарната дејност, здравствената заштита на животните, заштитата од заразни болести кои од животните се пренесуваат на луѓето, ветеринарно-санитарниот преглед и контрола, ветеринарната заштита и унапредувањето на животната средина и природа, минимален задолжителен обем на здравствена заштита на животните од болести, надоместоци и трошоци за здравствена заштита на животните, организација и вршење на ветеринарно-здравствената дејност и други прашања од областа на ветеринарното здравство.

Здравствената заштита на животните во овој закон е организирана како примарна, секундарна и терцијална здравствена заштита.

**Примарната здравствена заштита на животните** ги опфаќа следните активности:

- преземање мерки неопходни за дијагноза, лекување, превентива и искоренување на заразните болести кај животните;
- превенција, дијагностицирање и лекување на други болести, повреди и хируршки операции на животните;
- третирање на репродуктивни болести и пореметувања кај животните, следење на здравствената состојба на животните наменети за репродукција, спроведување на мерки за превенција и лекување на стерилитет, вештачко осеменување и ембриотрансфер;
- промет со ветеринарно-медицински препарати на мало, и храна за животни за сопствени потреби, издавање и препишување на ветеринарно-медицински препарати, храна за животни и средства за дезинфекција, дезинсекција, дератизација, деконтаминација, дезодорација, санитација и давање инструкции за нивна апликација;
- болничко лекување на животните;
- вршење на дезинфекција, деконтаминација, санитација, дезодорација и ерадикација на штетници.

**Секундарната здравствена заштита на животните** е збир на одредени активности од јавен интерес, предвидени и финансирани со Програмата за користење на средства за здравствена заштита на животните, со цел да се обезбеди висок здравствен статус и благосостојба на националната популација на животни, заради заштита на животните и луѓето. Секундарната здравствена заштита опфаќа:

1. Следење на здравствената состојба на животните и издавање на ветеринарно-здравствени сертификати за нивната здравствена состојба и благосостојба.

2. Следење и проучување на епизоотиолошките услови, здравствената состојба на животните, физиологијата и патологијата на репродукцијата и оплодувањето на животните, екологија, безбедност на производите и суровините од животинско потекло кои не се за човечка исхрана, семето за вештачко осеменување, јајце-клетките и ембрионите, водата, добиточната храна и водење евиденција за истите.

3. Клиничка и лабораториска дијагностика на болестите на животните кои задолжително се пријавуваат:

- болести од листата на Светската организација за здравствена заштита на животните-ОИЕ, кои се предмет за планирање на итни мерки, а се смета дека се од посебно значење за јавното здравство, здравствениот статус на животните и прометот, поради вирулентноста на предизвикувачот, потенцијалот за брзо ширење на големи подрачја и надвор од границите на државата, и имаат сериозно социјално и економско влијание;

- болести од листата на Светската организација за здравствена заштита на животните-ОИЕ, кои се сметаат дека се од особено значење и приоритет за Република Македонија, се предмет на посебни програми за надзор и контрола, предвидени со годишната наредба за здравствена заштита на животните или повеќегодишните програми кои се спроведуваат на целата територија на државата или на дел од неа;

- болести од листата на Светската организација за здравствена заштита на животните-ОИЕ, кои не предизвикуваат значителни загуби или се последица од начинот и практиката на чување, размножување, одгледување и исхрана на животните.

4. Превенција, контрола и ерадикација на инфективни болести кај животните во рамките на Годишната наредба за здравствена заштита на животните.

5. Спроведување на контролни и заштитни мерки:

- мерките за контрола на болести се спроведуваат кога е потврдено жариштето на болеста и се применуваат на заразеното одгледувалиште или објект заради контрола и евентуално искоренување на болеста;

- по потврда на жариштето се преземаат следните мерки: попис и идентификација на приемливите и неприемливите животни кои се наоѓаат во одгледувалиштето и објектот, земање мостри за лабораториско испитување, ограничување на движењето или карантин на приемливите или неприемливите животни, ограничување на движењето и контрола на пристапот на луѓе и возила, контрола и забрана за размножување и вештачко осеменување, убивање и нештетно отстранување или колење на животните во одгледувалиштето заради контрола на болеста и нивна благосостојба, вакцинација на животните, уништување на преработките и нуспроизводите од животинско потекло, храна или предмети кои се наоѓаат во објектот, отстранување на животински мрши и нуспроизводи, чистење, дезинфекција и контрола на штетници или вектори во просториите, објектот, опремата или возилата и епидемиолошко испитување за да се одреди изворот на инфекцијата, начинот на пренесување и ширење;

- заштитните мерки се применуваат при сомневање или потврдена појава на болеста, и се спроведуваат заради спречување или ограничување на ширењето на болеста. Во случај на сомневање на појава на болеста, мерките ќе се спроведуваат во одгледувалиштето или објектот каде постои сомнеж за појава на болест, додека во случај на потврдена појава на болест, мерките ќе се спроведуваат во одгледувалиштето или објектите кои се загрозени од ширењето на инфекцијата;

6. Испитување на појавата на жариште на болеста.

7. Спроведување на одредбите од плановите за итни мерки.

8. Планирање и спроведување на мерките за дезинфекција, деконтаминација, санитација, деодорација, ерадикација на штетници, и мерки за превенција и ерадикација на заразни болести кај животните.

9. Следење и спроведување на мерки за заштита од зоонози.

10. Унапредување на методите за дијагноза, ерадикација и превенција на заразни болести кај животните.

11. Набавка, евалуација и апликација на лекови и други дополнителни биолошки и медицински производи за превенција, дијагностицирање и третман на оние болести кај животните за кои е одговорен надлежниот орган.

12. Следење, анализа и процена на влијанието на животната средина и природата врз здравјето на животните.

13. Следење, анализа и заштита на животната средина од несакани ефекти како последица на болестите кај животните и неправилно размножување и одгледување на животните.

14. Следење, контрола и унапредување на хигиенските услови и технолошките процеси во објектите за одгледување на животните и редица други мерки.



**Тецијарната здравствена заштита на животните** ја вршат високообразовните или научно-истражувачките институции од областа на ветеринарната медицина, која опфаќа:

- давање совети за клиничка дијагноза на болести кај животните;
- експертски совети, консултации и соработка со надлежниот орган и
- експертиза и едукација.

Најдоцна до 31 декември секоја година, министерот за земјоделство, шумарство и водостопанство на Република Македонија, донесува Годишна наредба за здравствена заштита на животните, со која се наредува спроведувањето на мерки за заштита на животните од одделни заразни болести, како и периодот за извршување на тие мерки во наредната година. Согласно одредбите на оваа наредба секоја година се спроведуваат одредени мерки за заштита на животните од заразни болести по видови животни. Во последните години, со Годишната наредба за здравствена заштита на животните опфатени се следните заразни болести:

#### ***Заразни болести кај свињите.***

*Класична чума кај свињите.* Превентивната вакцинација задолжително се врши на целата територија на Република Македонија, со атенуирана вакцина. Во промет се пуштаат само имуни свињи кои се вакцинирани најмалку седум дена пред пуштањето во промет. Во случај на потврда на болеста, болните свињи се убиваат и нештетно се отстрануваат, а за тоа на сопственикот му се исплаќа надоместок на штета.

#### ***Заразни и паразитски болести кај кучињата.***

*Беснило.* Кучињата постари од 4 месеци мора да се вакцинираат против беснило на целата територија на Република Македонија. Паралелно со вакцинацијата против беснило, кучињата задолжително треба да се дехелминтизираат со средство кое делува против ехинококозата.

Согласно Законот за заштите и благосостојба на животните, кучињата скитници привремено се сместуваат во прифатилишта и задолжително се испитуваат на *лајшманиоза*. Кучињата кој кои ќе се утврди позитивен тест на лајшманиоза се еутаназираат.

#### ***Заразни болести кај живината.***

*Класична чума кај живината (авијарна инфлуенца кај живината).* Задолжително мора да се спроведе активен надзор над авијарната инфлуенца кај живината со лабораториско дијагностичко испитување.

*Њукастелска болест.* Целата живина на територијата на Република Македонија мора да се вакцинира против Њукастелската болест два пати годишно со жива атенуирана вакцина приготвена од сојот Ла Сота. Во случај на потврда на болеста, се применуваат мерките пропишани со Правилникот за мерките за сузбивање и искоренување на Њукастелската болест кај пердувестата живина.

#### ***Заразни болести кај копитарите.***

*Инфективна анемија кај копитарите.* Задолжително се врши серолошко испитување на крвта кај копитарите еднаш годишно, најдоцна до 31 септември, во сите ергели, спортски друштва, други одгледувалишта со 5 или повеќе копитари, пастуви пред припуст, кобили пред припуштање, кај сите копитари кои се носат на изложби спортски натпревари и при ставање во промет.

*Антракс.* Во сите дистрикти на антракс се врши превентивна вакцинација на коњите најдоцна до 30 април во тековната година, согласно со упатството на производителот на вакцината. Како дистрикт на антракс се подразбираат подрачјата во кои во последните 20 години е потврден антракс.

### ***Заразни и паразитски болести кај пчелите.***

*Американска чума на пчелиното легло.* Во случај на сомнеж, сопственикот на пчелите треба да го извести надлежниот ветеринарен инспектор или ветеринарното друштво, кои од сомнителните пчелни семејства на американска чума по пчелното легло треба да земат материјал кој треба да се испрати на лабораториско испитување. Прегледите со посебно внимание се вршат во случаи на продажба на нуклеуси, пакетни роеви и матици. Во случај на потврда на болеста се применуваат мерките пропишани со Правилникот за мерките за сузбивање и искоренување на заразни болести кај пчелите.

### ***Заразни болести кај рибите.***

Заради соодветен увид во епизоотиолошката состојба со болестите кај рибите во Република Македонија, се врши евиденција на сите рибници од стопански карактер што ја врши државниот ветеринарен инспектор. Во одгледувалиштата на пастрмка, најмалку два пати годишно се зема материјал за дијагностичко испитување на *вирусна хеморагична септикемија кај пастрмките*. Заради докажување на *заразна некороза на панкреасот кај пастрмките* се врши лабораториско(вирусолошко) испитување на подмладокот во јуни, а на матичното јато во декември. Задолжителна контрола на *бактериски нефритис кај пастрмките* се врши во пролет и есен. Лабораториско испитување на *заразна хематопоетска некороза кај пастрмките* се врши на матичното јато во декември, а на подмладокот во јуни. Заради контрола, сузбивање и искоренување на *пролетната виремија кај кранот*, задолжително се врши дијагностичко испитување.

### ***Болести кај дивечот.***

Ловечките друштва, концесионерите на ловиштата и Националните паркови се должни да ги пријават и достават мршите од угинатиот дивеч до надлежниот ветеринарен инспектор, кој ги праќа на лабораториско испитување заради утврдување на причините за угиѓувањето. Болести кај дивечот кои се посебно опасни, и за кои лабораториските испитувања се на терет на Програмата за здравствена заштита на животните се: *класичната чума кај дивите свињи, беснилото, трихинелозата, туларемијата, хеморагичната болест кај зајациите и миксоматозата.*

### ***Заразни болести кај овците и козите.***

*Бруцелоза кај овците и козите.* Мерките за пратење, контрола и искоренување на бруцелозата кај овците и козите се вршат согласно Програмата за сузбивање и искоренување на бруцелозата кај овци и кози. Позитивните овци и кози на бруцелоза, по добивањето на резултатите, се колат од нужда или еутаназираат и нештетно се отстрануваат.

*Антракс.* Во сите дистрикти на антракс се врши превентивна вакцинација на овците и козите против антракс, најдоцна до 30 април, согласно со упатството на производителот на вакцината. Како дистрикт на антраксот се подразбира подрачјето во кое во последните 20 години е востановен антракс.

*Трансмисиони спонгиоформни енцефалопатии.* Мерките за пратење, контрола и искоренување се вршат согласно Програмата за сузбивање и искоренување на трансмисионите спонгиоформни енцефалопатии.

### ***Заразни болести кај говедата.***

*Бруцелоза кај говедата.* Мерките за пратење, контрола и искоренување на бруцелозата кај говедата се вршат согласно Програмата за сузбивање и искоренување на бруцелозата кај говедата. Позитивните говеда на бруцелоза, по добивањето на резултатите, се колат од нужда или еутаназираат и нештетно отстрануваат.

*Антракс.* Во сите дистрикти на антракс се врши превентивна вакцинација на говедата против антракс, најдоцна до 30 април, согласно упатството на производителот на вакцината. Како дистрикт на антраксот се подразбира подрачјето во кое во последните 20 години е востановен антракс.

*Трансмисиони спонгиоформни енцефалопатии.* Мерките за пратење, контрола и искоренување се вршат согласно Програмата за сузбивање и искоренување на трансмисионите спонгиоформни енцефалопатии.

*Туберкулоза.* Мерките за пратење, контрола и искоренување на туберкулозата кај говедата се вршат согласно Програмата за сузбивање и искоренување на туберкулоза кај говедата. Позитивните говеда на туберкулоза, по добивањето на резултатите, се колат од нужда или еутаназираат и нештетно се отстрануваат.

Со *Законот за ветеринарно јавно здравство* (Службен весник на РМ бр. 114/2007), се уредуваат општите и посебните услови за вршење на јавното ветеринарно здравство и здравствената заштита на животните во однос на јавното ветеринарно здравство, и тоа: обврските на операторите со храна, регистрирање и одобрување на оператори со храна и објекти, увоз и извоз на храна, службени контроли на храната и нивно финансирање, мониторинг на резидуи и недозволени супстанции, зоонози и причинители на зоонози, антимицробна отпорност, како и други прашања од значење за ветеринарно јавно здравство.

Целта на овој закон е да обезбеди општи и посебни услови за:

1. Хигиена на храната која се применува во сите фази на производство, преработување и дистрибуција на преработена и не преработена храна.
2. Подготовки кои обезбедуваат следливост на храната.
3. Подготовки за регистрирање и одобрување на операторите со храна и објектите.
4. Увоз и извоз на храна.
5. Организација и извршување на службените контроли за да се потврди усогласеноста со правилата за:

- превенција, отстранување или намалување на прифатливото ниво на ризик по луѓето и животните, директно или преку околината;
- гарантирање добра пракса во трговијата и заштита на интересите на потрошувачите, вклучувајќи означување на храната, како и други форми на информирање на потрошувачот;
- мониторинг и кога е можно контрола на зоонозите и причинителите на зоонози, резидуи и недозволени супстанции и антимицробна отпорност содржани или причинети од храна;
- примарно производство на храна за домашна употреба;

- примарно производство на храна за домашна употреба;
- директно снабдување од страна на мали производи со мали количини на примарни производи на крајниот потрошувач или локален малопродажбен објект кој директно снабдува краен потрошувач;
- директно снабдување од страна на мали производи со мали количини на свежо месо од живина и зајаци заклани на одгледувалиште до краен потрошувач, или до локален малопродажбен објект кој директно снабдува краен потрошувач;
- ловци кои снабдуваат мали количини на дивеч или месо од дивеч директно до краен потрошувач, или до локален малопродажбен објект кој директно снабдува краен потрошувач;
- општи и посебни правила за производство, преработување и ставање во промет на храна со традиционални карактеристики.

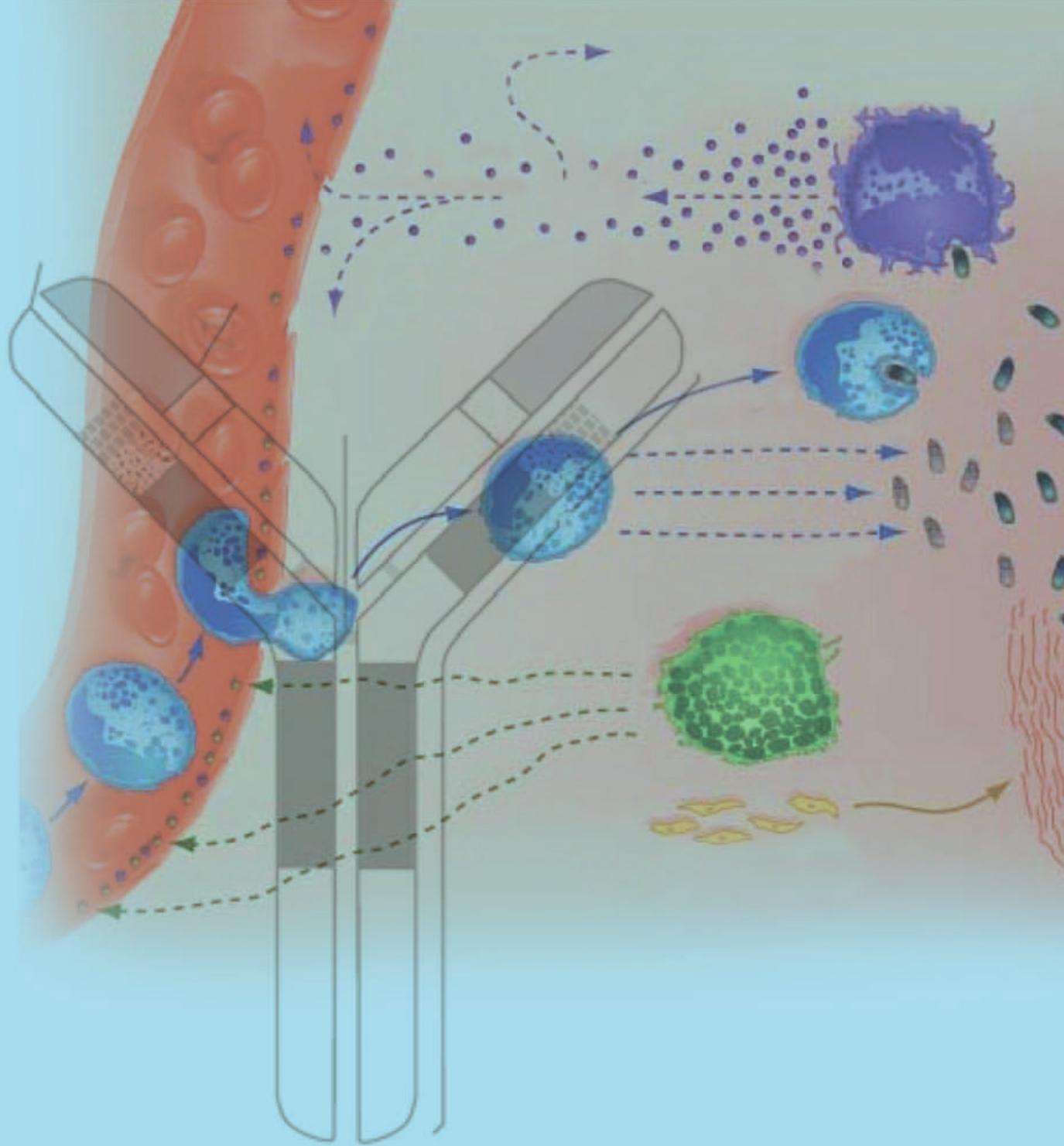
### **ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ПРИНЦИПИ ЗА СПРЕЧУВАЊЕ И ЕРАДИКАЦИЈА НА ЗАРАЗНИТЕ БОЛЕСТИ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

1. Кои мерки се применуваат за заштита од заразни болести?
2. Што претставува „stamping out” методата?
3. Кога се применува изолација на болните и сомнителните животни на одредена заразна болест?
4. Кои ветеринарно-санитарни мерки се спроведуваат при појавата на одредена заразна болест?
5. Што претставува вакцинацијата?
6. Што е карантин?
7. Со кои законски регулативи е опфатена здравствената заштита на животните во Република Македонија?
8. Како е организирана здравствената заштита на животните во Република Македонија?
9. Што опфаќа примарната здравствена заштита на животните?
10. Што опфаќа секундарната здравствена заштита на животните?
11. Што опфаќа терцијалната здравствена заштита на животните?
12. Кои мерки се предвидуваат во Република Македонија со Годишната наредба за заштита од заразни болести?
13. Кои заразни болести кај домашните животни (по видови) се опфатени со Годишната наредба за заштита од заразни болести во Република Македонија?
14. Кои заразни болести кај кучињата се опфатени со Годишната наредба за заштита од заразни болести во Република Македонија?
15. Кои заразни болести кај живината се опфатени со Годишната наредба за заштита од заразни болести во Република Македонија?
16. Кои заразни болести кај пчелите се опфатени со Годишната наредба за заштита од заразни болести во Република Македонија?
17. Кои заразни болести кај рибите се опфатени со Годишната наредба за заштита од заразни болести во Република Македонија?
18. Кои заразни болести кај дивечот се опфатени со Годишната наредба за заштита од заразни болести во Република Македонија?

## ТЕМИ ЗА ПОТТИКНУВАЊЕ НА НАУЧНОТО РАЗМИСЛУВАЊЕ

1. Преглед на заразните болести кај животните, морбидитет, морталитет и леталитет, на територијата на Република Македонија.
2. Преглед на зоонозите, морбидитет, морталитет и леталитет, на територијата на Република Македонија.
3. Мерки за спречување на ширењето и сузбивањето на заразните болести кои се преземаат на територијата на Република Македонија.
4. Птичји и свински грип - епидемии опасни за опстанокот на луѓето.
5. Бруцелозата и туберкулозата - зоонози со големо епизоотиолошко и епидемиолошко значење.





## 8. ИМУНИТЕТ



## СОДРЖИНА НА НАСТАВНАТА ТЕМА

ПОИМ ЗА ИМУНИТЕТ

ПРИРОДНА (НЕСПЕЦИФИЧНА) ОТПОРНОСТ НА ОРГАНИЗМОТ

Фактори од кои зависи неспецифичната отпорност

СТЕКНАТА (СПЕЦИФИЧНА) ОТПОРНОСТ НА ОРГАНИЗМОТ - ИМУНИТЕТ

Антигени

Имунолошки одговор на живиот организам

РЕАКЦИЈА АНТИГЕН-АНТИТЕЛО

КЛЕТОЧНА ИМУНОЛОШКА РЕАКЦИЈА

АЛЕРГИИ (ПРЕЧУВСТВИТЕЛНОСТ)

## 8.1. ПОИМ ЗА ИМУНИТЕТ

Под поимот имунитет (од лат., *immunis*-да се ослободиш од нешто) се подразбираат збир реакции на организмот со чија помош се активираат многу фактори за препознавање и отстранување на туѓата материја која навлегла во него. Во текот на овие реакции се појавуваат и активираат многу фактори од крвта, ткивните течности и клетките, кои го штитат организмот од инфективните агенси или други туѓи материи. Крвните и ткивните фактори кои учествуваат во одбраната на организмот, со едно име се нарекуваат **хуморални фактори** (или фактори од течностите на организмот). Овие фактори можат да бидат неспецифични или специфични за туѓите материи. Покрај оваа улога, активирањето на овие механизми има за цел да ги отстрани истрошените материи и угинатите клетки од организмот, а го контролираат и растот на клетките и не дозволуваат формирање на тумороидни формации. Само за појаснување, туморите настануваат како резултат на неконтролираното растење на одредена група клетки, кои излегуваат од контрола на механизмите во организмот. Имунолошките механизми ги отстрануваат туѓите материи без тоа да има штетни последици по организмот. Но, во одредени случаи, при овие реакции настануваат оштетувања и на ткивата на организмот. Таа состојба е позната како зголемена реактивност или **алергија**. Кога имунолошките реакции се насочени против ткивата на самиот организам во кој се одвиваат, се појавуваат автоимуни заболувања. Имунолошките реакции зависат од две групи на фактори: неспецифични и специфични.

**Неспецифичните фактори** делуваат веднаш по првиот контакт на организмот со туѓите материи. Тоа се генетски регулирани фактори во организмот кои ги препознаваат туѓите од сопствените материи и не е потребно повторно да ги препознаваат при следниот контакт со нив. Во неспецифичните реакции учествуваат мал број клетки и фактори од крвта и ткивните течности. Неспецифичните фактори можат да бидат: **хуморални** (комплемент и други реактивни супстанции), **клеточни** (макрофаги и микрофаги) и **воспалителната реакција**. Кај неспецифичните реакции не постои имунолошко памтење.

**Специфичните фактори** се формираат по првиот контакт на организмот со туѓите материи. При повторен контакт со истите туѓи материи, формираните хуморални и клеточни фактори ја препознаваат туѓата материја (антиген) и на неа специфично реагираат. Во специфичните имунолошки реакции учествуваат повеќе видови на клетки, во кои се активираат голем број производи. Најважна особина на специфичните имунолошки реакции е механизмот за имунолошко паметење на антигената дразба. Клетките кои учествуваат во специфичната имунолошка реакција, при првиот контакт со антигенот ја меморираат антигената стимулација и ја паметат пократко или подолго време. При повторен контакт со истиот антиген, тие клетки реагираат брзо, се делат и се диференцираат за борба со тие антигени. За кратко време, во крвните и ткивните течности се појавуваат нивните производи кои специфично реагираат со антигенот. Главна цел на овие механизми е неутрализација и уништување на антигенот. Супстанциите кои ги предизвикуваат имунолошките реакции, и подоцна специфично учествуваат во нив, се нарекуваат **антигени**. Супстанциите од организмот кои се синтетизираат како резултат на антигената дразба се **антителата** и **сензибилизираните** (осетливите) **T-лимфоцити**. Антителата се реактивни протеини од крвната плазма кои се нарекуваат имуноглобулини (Ig). Во организмот на приемливиот домаќин антителата стапуваат во реакција со антигените кои ја стимулирале нивната појава, што се нарекува **антиген-антитело реакција**. Оваа реакција е многу специфична, и на неа, всушност, се базира имунитетот.

**ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема  
ПОИМ ИМУНИТЕТ**

1. Што се подразбира под поимот имунитет?
2. Како се нарекуваат крвните и ткивните фактори кои учествуваат во одбраната на организмот?
3. Кои се неспецифичните фактори што учествуваат во имунолошката реакција?
4. Кои се специфичните фактори што учествуваат во имунолошката реакција?
5. Која е главна цел на имунолошката реакција?
6. На што се базира памтењето на антигената дразба како основа на специфичната имунолошка реакција?

## 8.2. ПРИРОДНА (НЕСПЕЦИФИЧНА) ОТПОРНОСТ НА ОРГАНИЗМОТ

Животните и човекот низ вековите успеале да преживеат и да се одржат благодарение на разните физиолошки одбранбени механизми кои ги штитат од многубројните штетни агенси што можат да им нанесат оштетувања на ткивата и органите и со тоа да доведат до смрт на организмот. Меѓу другото, тие механизми го штитат организмот и од патогените микроорганизми и нивните отрови. Таа одбрана на организмот може да биде неспецифична и специфична. **Неспецифичната отпорност** е вродена и го штити организмот од голем број патогени микроорганизми и нивните токсини. Таа се нарекува и **вроден имунитет**. **Специфичната отпорност** го штити организмот на домаќинот само од одреден патоген агенс кој ја предизвикал отпорноста. Специфичната отпорност не е вродена, таа е стекната во текот на животот, и се нарекува **имунитет**.

Природната (неспецифична) одбрана се нарекува и **резистентност**. Таа го штити организмот од голем број микроорганизми, без претходно организмот да дошол во контакт со тие микроорганизми. Природната отпорност најчесто е поврзана со видот на животни, но, може да се однесува и на одредена раса, сој или популација на животни. Затоа штетното дејство на патогените микроорганизми е ограничено само на одреден број приемливи живи организми, додека другите видови се неприемливи. Непостоењето на неспецифична отпорност се нарекува **чувствителност** или **диспозиција**. Неспецифичната отпорност може да биде апсолутна и релативна. **Апсолутна неспецифична отпорност** постои кога видовите животни се неприемливи кон одредени патогени микроорганизми, без разлика на условите во кои живеат. **Релативна неспецифична отпорност** постои кога одделните видови животни се непримливи во нормални услови за живот, но стануваат приемливи при неповолни услови за живот.

Со селективно вкрстување на резистентни единки од некој вид, по неколку генерации можат да се добијат популации на порезистентни единки кон одредени патогени микроорганизми, отколку што биле изворните животни.

### 8.2.1. Фактори од кои зависи неспецифичната отпорност

Неспецифичната (природна) отпорност претставува, пред сè, генетска особина на одделни видови животни, а понекогаш се базира и на нивните физиолошки карактеристики. Таа е резултат на многубројните механички, физички, хемиски и биолошки фактори во живиот организам. Тие постојано делуваат во организмот и го штитат од штетните агенси. Таа отпорност постои сè додека организмот е здрав, без разлика дали дошол, или не, во контакт со патогените причинители на заразни болести. Меѓутоа, таа отпорност не е постојано еднаква и се менува во зависност од многуте фактори што постојат во живиот организам и надвор од него. Сите фактори кои учествуваат во механизмот на неспецифичната одбрана делуваат на различни начини:



- формираат бариери кои оневозможуваат патогените микроорганизми да навлезат во ткивата на домаќинот;
- го оневозможуваат размножувањето на патогените микроорганизми кои ќе навлезат во ткивата на домаќинот и
- ги неутрализираат отровните супстанции на микроорганизмите.

Врз ефикасноста на неспецифичните фактори на одбрана влијаат разните физиолошки карактеристики на домаќинот, како: пол, старост, телесна температура, понатаму исхраната и многу влијанија од околината. Нормалната телесна температура кај птиците изнесува 42°C, и претставува ограничувачки фактор за раст и размножување на многу микроорганизми. Познати се инфекции кои настануваат кај младите животни и инфекции кај постарите категории на животни. Ова се објаснува со недоволната развиеност на имунолошкиот систем кај младите или намалената имунолошка способност кај старите. Квалитативно и квантитативно лошата исхрана ја намалува отпорноста бидејќи се намалува функцијата на имунолошкиот систем. Негативното влијание на надворешните фактори кои делуваат како стрес врз организмот на животните (топлина, ладно, транспорт, трауми, физичка истоштеност, гладување, инфекции, паразитарни инвазии) ја намалуваат неговата отпорност.

Сите фактори од организмот од кои зависи неспецифичната отпорност можат да се поделат на надворешни и внатрешни.

**Надворешни фактори (ефектори) на неспецифичната отпорност.** Надворешните ефектори на неспецифичната одбрана ги сочинуваат бариерите (границите) на организмот: кожата, лигавиците и нивните производи.

**Кожа.** Кожата е непробојна, заштитна бариера која ги одделува сите ткива и органи на животните од надворешната средина. Неповредената (интактна) кожа е непробојна бариера за сите микроорганизми, освен за некои спирохети. Разните производи кои ги лачи кожата (лој и пот) имаат изразено антимикуробно дејство. Разните незаситени масни киселини во лојот делуваат штетно и смртоносно за многу микроорганизми. Потта со нејзината кисела реакција претставува неповолна средина за раст и размножување на патогените микроорганизми. Ако кожата е повредена, па макар да има и мали микроскопски ранички, низ нив можат да навлезат микроорганизмите. Во поткожното ткиво тие веќе наоѓаат поволни услови за раст и размножување со што предизвикуваат локална воспалителна реакција.

**Лигавици.** Лигавиците претставуваат заштитни бариери на внатрешните органи (органи за дишење, варење, мокрење, полови органи и конјунктивите на очите). Лигавиците лачат лига, која ги прекрива епителните клетки и ги штити од патогените микроорганизми. Лизозимот е производ на клетките на кожата и лигавицата со многу силно изразено микробицидно дејство на Грам (-) бактерии, а нешто послабо дејство на Грам (+) бактерии. Тоа е ензим кој ја разложува мураминската киселина присутна во ѕидот на бактериските клетки. Се наоѓа во плунката, солзите, лигата, млекото и ткивните течности.

Конјунктивите на очите се заштитени со трепките на очните капаи и солзите. Солзите содржат многу ензими и лизозими.

Лигавицата на горните дишни патишта е заштитена со лигата и трепките на нејзиниот епител. Со фркање и кашлање животните исфрлаат секрет во кој има микроорганизми и други штетни материи кои навлегле од надворешна средина. Лигавиците на респираторниот и дигестивниот тракт дополнително е заштитена со сопствената микрофлора која делува антагонистички на многу патогени микроорганизми.

Киселата средина на желудникот претставува уште една бариера за патогените микроорганизми.

Лигавицата на урогениталниот тракт е заштитена од патогените микроорганизми со својот епител, лига и кисела реакција. Повеќето микроорганизми кои ќе стигнат во уретрата механички се отстрануваат со мочката.

**Внатрешни фактори (ефектори) на неспецифичната одбрана на организмот.** Кога патогените микроорганизми ќе ги поминат надворешните фактори на организмот, тие стигнуваат до неговите подлабоки делови. Внатрешните фактори на различни начини ја оневозможуваат перзистенцијата на патогените микроорганизми во подлабоките делови на организмот. Тие фактори со еден дел го оневозможуваат размножувањето на патогените микроорганизми, додека со друг дел ги убиваат. Внатрешни фактори на неспецифичната одбрана се клеточните и хуморалните ефектори.

**Клеточни фактори (ефектори).** Во клеточни фактори спаѓаат различните видови фагоцити. Тоа се клетки кои имаат способност да вовлечат во себе различни честички или микроорганизми и да ги разградат со своите ензими. Овој процес се нарекува фагоцитоза. Сите фагоцити се делат на две групи: микрофаги и макрофаги. Во микрофагите припаѓаат полиморфонуклеарните леукоцити. Макрофагите се големи клетки кои се наоѓаат во многу ткива кои со едно име се нарекуваат ретикулоендотелен систем (РЕС). Макрофагите понатаму се делат на *патувачки макрофаги*, во кои припаѓаат хистоцитите, кои се наоѓаат во сврзното ткиво. Другите макрофаги се *сесилни макрофаги*. Тоа се ретикулоендотелни клетки кои ги обложуваат крвните капилари и синусите на црниот дроб, лимфните јазли, и другите ткива на ретикулоендотелниот систем.

Во фагоцитите се наоѓаат ензими и лизозими кои ги убиваат и разградуваат микроорганизмите. Ниту еден вид на фагоцити не ги фагоцитира вирусите. Фагоцитозата се одвива на следниот начин: сите микроорганизми произведуваат една супстанција која ги привлекува фагоцитите. Кога ќе бидат привлечени, цитоплазмата на фагоцитите се вдлабнува на местото каде е привлечен микроорганизмот, го заокружува и го голтнува. Понатаму проголтаниот микроорганизам се разградува под дејство на ензимите во фагоцитите.

Чувствителноста на микроорганизмите кон фагоцитозата ја зголемуваат посебни супстанции кои се нарекуваат *нормални опсонини*. Тие се наоѓаат во крвниот серум на луѓето и животните, а ја менуваат површината на микроорганизмите и ги прават полесни за фагоцитирање. Покрај нив, постојат и специфични опсонини, кои се синтетизираат заедно со специфичните антитела под дејство на микроорганизмите кои го стимулираат нивното синтетизирање. Тие уште се нарекуваат *имуни опсонини* или *бактериотропини*. Со нивната појава престанува неспецифичната отпорност и почнува специфичната отпорност на организмот или имунитет.

**Хуморални фактори (ефектори).** Хуморалните фактори им помагаат на фагоцитите во процесот на фагоцитозата или учествуваат во разградувањето на бактериската клетка.

„Нормални“ антитела се имуноглобулините кои настанале по пат на природно имунизирање со антигени од дигестивниот и респираторниот тракт, или кај младите животни со потекло од мајката преку постелката или колостралното млеко. Сè уште не е потполно јасен механизмот на нивното настанување. Според една теорија, овие антитела настануваат под контрола на генетските механизми, без надворешни влијанија, слично како што настанале антигените на крвните групи.

*Базичните пептиди* се наоѓаат во секретите на различни ткива на домаќинот. Најмногу ги има во секретот на тимусот, панкреасот, слепото црево и тестисите.

*Бета - лизинот* е антибактериски протеин кој се ослободува со прскање на тромбоцитите при коагулација на крвта.

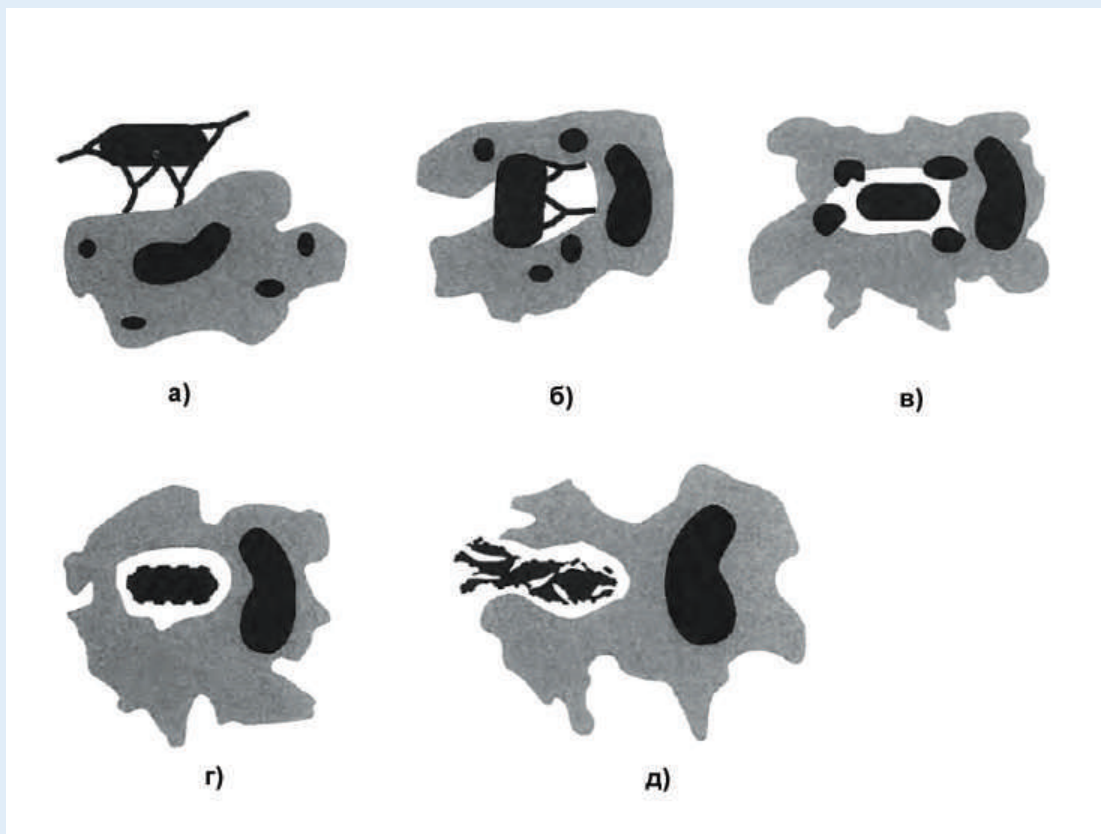
*Леукилот* или *фагоцитинот* е бактерициден протеин кој се наоѓа во леукоцитите и ги убива микроорганизмите при ниска рН-вредност.

*Хистоните* и *протамините* се наоѓаат во серумот и разните телесни течности кај луѓето и животните. Уништуваат многу видови микроорганизми.

*Лизозимите* се хидролитички ензими кои ги разградуваат мукополипептидите во клеточниот сид на бактериите. Тие се наоѓаат во сите секрети и телесни течности, освен во мочката.

*Пропердински систем.* Пропердинот е бета-глобулин кој го има во нормалниот серум. Тој со јоните на магнезиумот и комплементот уништуваат многу видови бактерии и некои вируси.

*Фетуинот* и *трансферинот* се гликопротеини кои можат да го спречат врзувањето на вирусите за клетката.



Слика 26.

Процес на фагоцитоза: а) опсонизација на бактеријата со помош на антителото, а тоа со рецепторите е поврзано за фагоцитот (макрофагите); б) фагоцитот почнува да ја проголта бактеријата; в) лизозомите од фагоцитот се насобираат околу проголаната бактериска клетка; г) бактериската клетка е убиена и дигестирана (сварена); д) продуктите од сварената бактериска клетка се исфрлаат надвор од макрофагите.

*Интерферонот* е протеинска супстанција внатре во клетките, која има силно антивируско дејство. Него го лачат клетките кои се инфицирани со вируси. Неговата продукција подобро ја поттикнуваат слабо вирулентните или авирулентните вируси, отколку вирулентните вируси. Многу видови бактерии и габи, исто така, поттикнуваат производство на интерферон. Интерферонот од клетката која го произвела, доаѓа во меѓуклеточната течност и во контакт со другите незаразени клетки, кои стануваат отпорни кон вирусот кој ја поттикнувал синтезата на интерферонот. Интерферонот не ги инактивира вирусите, туку само делува виростатски и го спречува нивното размножување. Интерфероните се специфични по видови. Тие ги штитат клетките од вирусни инфекции само на оние животински видови кои го произвеле.

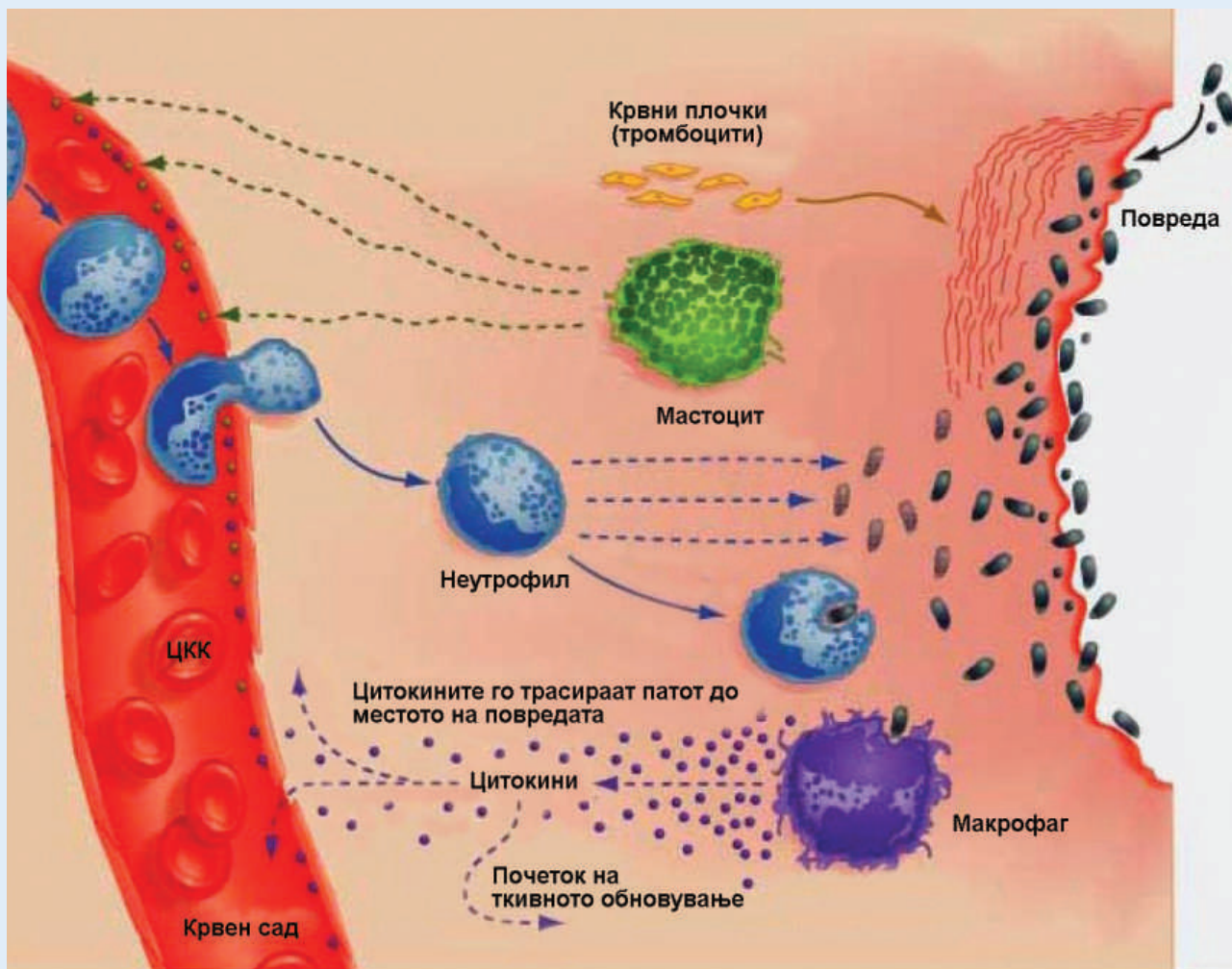
*Хормони.* Многу хормони, посебно естрогените и хормоните на штитната жлезда делуваат неповолно на многу видови микроорганизми. Од друга страна, кортикостероидите ја намалуваат воспалителната реакција, а со тоа и одбраната против микроорганизмите.

**Воспалителна реакција (воспаление, инфламација).** Воспалителната реакција е одбранбена реакција на живите ткива кон туѓите агенси (механички, физички, хемиски и биолошки). Во неа се вклучени многубројни физиолошки процеси кои покажуваат тенденција да го отстранат агенсот кој го предизвикал воспалението и да ги обноват оштетувањата кои тој агенс ги предизвикал. Секое воспалено ткиво покажува знаци на црвенило или хиперимија (*rubor*), оток (*tumor*), топлина (*calor*), болка (*dolor*) и оштетена функција (*functio laesa*). Кога патогените микроорганизми или друг штетен агенс, ќе дојдат до ткивата на живиот организам, клетките на тоа ткиво се оштетуваат и надразнуваат. Тие клетки реагираат со испуштање на хистамин кој предизвикува ширење на крвните садови и нивна зголемена пропустливост. Тогаш еритроцитите и имуноглобулините ја напуштаат крвта и доаѓаат на местото каде се наоѓа туѓиот агенс, при што се појавува црвенило. Поради зголемениот прилив на крв и лимфа, и зголемување на пропустливоста на крвните и лимфните садови, настанува излевање на серумот и лимфата во ткивата каде се наоѓа штетниот агенс. Поради тоа, доаѓа до формирање на оток или едем. Таквата изменета состојба предизвикува разни реакции поради што се јавува зголемена температура. Зголеменото количество течност и формираните едем вршат притисок на околното ткиво и нервните завршетоци, поради што се јавува болка. Сите овие промени во оштетеното ткиво предизвикуваат нарушување на неговата нормална функција.

Ако воспалителниот процес е силно изразен, струењето на крвта во садовите се сопира и доаѓа до формирање на грутчиња од тромбоцити, или тромби. Тие го спречуваат продирањето на микроорганизмите во крвта. Од друга страна, со распаѓањето на тромбоцитите се активира комплементот што доведува до ослободување на вазоактивните амини (анафилатоксини), кои играат улога во алергиските реакции. Фагоцитите и другите леукоцити, кои излегуваат од локалните крвни садови, со помош на амевидните движења се насобираат околу микроорганизмите и ги фагоцитираат. Во таа реакција помеѓу фагоцитите и микроорганизмите се насобираат многу супстанции кои делуваат штетно и за микроорганизмите и за фагоцитите. Како резултат на тоа, при силни, акутни воспалителни реакции во оштетеното ткиво се насобира белкасто-жолта или зеленкаста течност која формира *гној*. Во гнојот има угинати живи леукоцити, микроорганизми, крвен серум, лимфа, фибрин, распаднати клетки од ткивото и друго. Течностите кои се насобираат при воспалителниот процес се нарекуваат *ексудат*. Во ексудатот се наоѓаат ензими, пропердински системи и фибрин кои со своите нишки формира вреќа околу воспалителниот процес, која го спречува продирањето на микроорганизмите понатаму во ткивата. Ако таа вреќа се исполни со гној се формира *апсцес*.



Доколку воспалителниот процес е многу интензивен, општата локална реакција не е доволна да го сопре, па доаѓа до генерализација. Тогаш, за што поуспешна борба со патогените микроорганизми, во крвта и другите ткива се создава зголемен број на фагоцити и леукоцити кои учествуваат во одбраната. Зголемениот број леукоцити во крвта се нарекува *леукоцитоза*.



Слика 27. Процес на настанување на воспалителна реакција.

1. Бактериите или други патогени причинители навлегуваат преку повредата.
2. Крвните плочки (тромбоцити) ослободуваат протеини кои учествуваат во процесот на згустување на крвта.
3. Мастоцитите лачат фактори кои посредуваат во вазодилатацијата и вазоконстрикцијата на крвните садови. Во околината на раната се зголемува присуството на крв, плазма и клетки.
4. Неутрофилите лачат фактори кои ги убиваат и деградираат патогените причинители.
5. Неутрофилите и макрофагите ги отстрануваат патогените причинители си помош на фагоцитоза.
6. Макрофагите лачат хормони наречени цитокини кои ги привлекуваат имунолошките клетки на местото на повредата и ги активираат клетките вклучени во обновувањето на оштетеното ткиво.
7. Воспалителниот одговор продолжува се додека не се отстранат туѓите материи и не се обнови повреденото ткиво

**ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема  
ПРИРОДНА (НЕСПЕЦИФИЧНА) ОТПОРНОСТ НА ОРГАНИЗМОТ**

1. Што се подразбира под природна (неспецифична) отпорност?
2. Како уште се нарекува природната отпорност?
3. Кои се факторите од кои зависи неспецифичната отпорност?
4. Кои се надворешните фактори на неспецифичната отпорност?
5. Која е улогата на кожата во неспецифичната одбрана на организмот?
6. Што претставува лизозимот?
7. Кои се внатрешните фактори на неспецифичната отпорност?
8. Што е фагоцитоза?
9. Кои се двете големи групи на фагоцити?
10. Кои се клеточните ефектори во неспецифичната отпорност?
11. Кои се хуморалните ефектори во неспецифичната отпорност?
12. Што претставуваат таканаречените „нормални“ антитела?
13. Што претставува интерферонот и која е неговата улога во неспецифичната одбранбена реакција на организмот?
14. Што претставува воспалителната реакција?
15. Кои се петте знаци на воспалителната реакција?



### 8.3. СТЕКНАТА (СПЕЦИФИЧНА) ОТПОРНОСТ НА ОРГАНИЗМОТ - ИМУНИТЕТ

Специфичната отпорност или имунитет, на кратко, може да се дефинира како состојба на специфична реактивност на организмот спрема хомологниот антиген, односно антигенот кој во организмот на домаќинот ја предизвикал таа состојба. При контактот со антигенот, организмот ги придвижува хуморалните и клеточните одбрани што резултира со синтеза на антитела и сензибилизирани (осетливи) клетки, кои при повторен контакт со истиот антиген ќе реагираат и ќе го отстранат од организмот.

Имунитетот се разликува од неспецифичната отпорност по следното:

- имунитетот е стекната специфична отпорност против еден патоген микроорганизам (или антиген) или сродни микроорганизми. Таа се стекнува во текот на животот при контакт со антигенот. Неспецифичната отпорност е наследна состојба, која постои без разлика дали организмот дошол во контакт со некој антиген, или не.
- имунитетот е специфичен. Тој го штити организмот само од антигенот кој го предизвикал создавањето на имунитетот. Неспецифичната отпорност е општа. Таа го штити организмот од разни антигени и други штетни агенси за организмот.
- имунитетот е условен од создавањето на специфични антитела или сензибилизирани клетки, кои се создаваат како резултат на стимулативното делување на антигенот. Неспецифичната отпорност не е условена од постоењето на антитела, туку се базира врз природните бариери на организмот и други фактори.
- имунитетот настанува одредено време по контактот на организмот со антигенот, бидејќи е потребно извесно време во организмот да се формираат специфични антитела и сензибилизирани клетки. Неспецифичната отпорност е постојана, бидејќи таа е вродена.

Специфичниот имунитет може да биде активен или пасивен. И двата вида на имунитет можат да бидат природни и вештачки.

**Активниот природен имунитет** настанува по пат на природно имунизирање, односно во текот на инфекцијата. Имунитетот го стекнуваат преболените животни. Може да трае различно долго: неколку недели или месеци, а понекогаш и многу подолго.

**Активниот вештачки имунитет** настанува кога во животното, под контролирани услови се внесуваат одредени антигени. Животното подоцна станува имуно (отпорно) на тие антигени, и при повторен контакт со нив веќе има готови антитела кои го штитат. Ова, всушност, претставува основата на вакцинацијата. Вакцините можат да содржат живи или ослабнати причинители на некоја заразна болест, или пак само нивните антигени против кои, организмот синтетизира антитела. Организмот започнува да синтетизира специфични антитела за неколку дена, но потполно е заштитен по 1-3 недели, кога количеството (титарот) на антитела во крвта на животното ќе достигне високи вредности.

**Пасивен природен имунитет** се среќава кај новородените животни кои примаат готови антитела од мајката, преку плацентата или колостралното млеко.

**Пасивниот вештачки имунитет** настанува кога во животното се внесуваат готови антитела против одреден антиген. Препаратите кои содржат готови антитела се нарекуваат серуми. Пасивниот имунитет настанува веднаш по внесувањето на антителата, но е краткотраен.

### 8.3.1. Антигени

Секоја супстанција внесена во живиот организам која предизвикува специфичен имун одговор се нарекува **антиген**. Тој одговор резултира со размножување и диференцирање на одредени клетки кои имаат способност за фагоцитоза и со синтеза на специфични протеински молекули или **антитела**. Антителата ги препознаваат антигените со своите специфични рецептори на принципот „ключ-брава”. Оваа специфична особина на антигените да поттикнуваат синтеза на сензибилизирани клетки и антитела се нарекува **имуногеност**. Покрај ова, антигените имаат и функција на специфично препознавање со антителата или клеточните рецептори на сензибилизираните клетки. Оваа особина на антигените се нарекува **антигеност**.

Антигените се комплексни соединенија на големи молекули со голема молекулска тежина. Најчесто се изградени од протеини, но можат да бидат и полисахариди, комплекси на липиди, полисахариди со липиди, полисахариди со протеини. Нуклеинските киселини, исто така, се антигени, посебно ако се во комплекс со протеини. Некои синтетички соединенија имаат особини на антигени. Постојат и одредени молекули со мала молекулска маса, кои сами не можат да го поттикнат имунолошкиот одговор, меѓутоа, ако се врзат за некоја голема молекула која ќе послужи како носач, тогаш можат да го поттикнат имунолошкиот одговор. Ваквите мали молекули кои поврзувајќи се со некој носач стануваат комплетни антигени, се нарекуваат **хаптени**. Поседувањето на антигени особини не значи дека таа супстанција автоматски прави оштетувања во ткивата каде се наоѓа. Антигенските особини на некоја супстанција се мерат во однос на тоа дали ја поттикнува синтезата на специфични антитела.

Антигените се специфични. Тоа значи дека еден антиген може да реагира само со антителата чија продукција ја стимулирал или поттикнал. Комплетен антиген е изграден од два дела: едниот ја одредува неговата специфичност и се нарекува детерминантна група, додека вториот дел не е специфичен и се нарекува колоидален носител. Овие два дела со посебни методи можат да се одделат еден од друг, што се користи при производството на вакцини. Детерминантните групи можат да бидат со различна хемиска градба. Тие можат да бидат полисахариди (антигените на многу бактерии), модифицирани протеини (страничните синцири и ароматичните киселини им даваат детерминантски карактеристики) и друга градба. Редоследот на пептидните синцири во протеините ја одредува нивната детерминантна особина. Протеините во телото на животните и човекот можат да се модифицираат, да добијат детерминантни особини и да станат антигени. Имуногена функција имаат сите оние материи кои организмот ги препознава како туѓи (непознати), за разлика од сопствените макромолекули кои ги препознава како свои. Теоретските основи за препознавање на сопственото од туѓото биле поставени познати уште при крајот на XIX век, кога Ехтлич го формулирал „стравот на организмот од сопствено труење”. Тој забележал дека организмот не создава антитела на сопствените антигени (природна толеранција). Врз основа на степенот на туѓост на антигените за организмот, постојат:

- **ксеногени** или **хетерологни антигени** (антигени кои потекнуваат од живи организми кои филогенетски се далеку од организмот кој го имунизираат, на пример, бактериските антигени и организмот на животните);
- **алогени** или **хомологни (изоантигени) антигени** (ја прават антигенската разлика помеѓу различните единки на еден ист вид, на пример, различните антигени детерминанти на еритроцитите кои ги прават разликите во крвните групи, хистокомпатибилни антигени и други);
- **автоантигени** или **автологни антигени** (претставуваат компоненти на сопствениот организам кои во одредени случаи можат да предизвикаат антигенска дразба).

Дали антигенот во организмот ќе биде разграден или не, зависи од неговите антигени особини. Како добри антигени се сметаат оние супстанции кои фагоцитите можат да ги проголтаат и да ги разградат. Оваа појава се објаснува со ослободување на детерминантските групи на антигенот во процесот на разградување. Овие детерминантски групи имаат силно имуногено дејство. Процесот на разградување треба да биде умерен, за да може антигенското стимулирање на организмот да трае подолго. Подолгото антигенско стимулирање индуцира подолготрајна синтеза на специфични антитела. Материите кои брзо се разградуваат се лоши антигени и создаваат многу слаба дразба на организмот. Од друга страна, материите кои не се раствораат се многу слаби антигени, или воопшто не се антигени ако се внесуваат во мала количина.

Антигените според потеклото можат да бидат ендогени и егзогени. Ендогените антигени настануваат во самиот организам, додека егзогените доаѓаат од надворешната средина: микроорганизми, храна, лекови, полен и друго.

**Бактериски антигени.** Секоја бактериска клетка располага со повеќе антигени. Но, само мал дел од нив играат улога при инфекцијата и поттикнувањето на имуниот одговор во живиот организам. Специфичноста на антигените која ја поседуваат бактериските клетки се користи за идентификација на различни бактериски видови. Антигените на бактериската клетка се делат на две групи: растворливи антигени и клеточни антигени.

**Растворливите антигени** се бактериските егзотоксини, хемолизини и други ензими и слични супстанции кои бактериската клетка ги излучува во својата околина. Таквите антигени се нарекуваат солубилни или S-антигени.

**Клеточните антигени** се врзани за бактериската клетка и се нејзин составен дел. Во зависност во кој дел од бактериската клетка се наоѓаат постојат капсуларни, флагеларни, соматски и други антигени. Капсуларните или K-антигени се составен дел на капсулата кај инкапсулираните бактерии. Најчесто се градени од полисахариди. Во капсулата на бактериите можат да се најдат повеќе K-антигени. Флагеларните или H-антигени се составен дел на бактериските флагели. Изградени се од протеини. Флагелите, исто така, можат да носат повеќе H-антигени. Соматските или O-антигени се составен дел на телото на бактериската клетка. По својот состав се комплекси на протеини и полисахариди или глицидо-липидо-полипептински комплекси. Секоја бактериска клетка, по правило, содржи повеќе соматски антигени. Постојат и други антигени во бактериската клетка, како што е Vi-антигенот кај некои салмонели, фимбриларниот антиген и други.

**Вирусни антигени.** Вирусните антигени се поедноставни во споредба со бактериските антигени. Повеќето вируси се носители на 3 или 4, најмногу 7 антигени. Тие се наоѓаат во капсидот, обвивката или надвор од вирусот, во клетката во која паразитираат. Кај повеќето вируси се наоѓаат два вида антигени: вирусни и растворливи.

Вирусните или V-антигени претставуваат самите интактни вирусни честички. Растворливите или S-антигени се ослободуваат во клетката во која се размножува вирусот. Тие антигени се комплексни и содржат по повеќе детерминантни особини.

**Хетерофилни антигени.** Хетерофилните антигени го стимулираат производството на антитела кои можат да реагираат не само со антигенот кој го стимулирал нивното производство, туку и со сродни антигени од ткивата на сродни видови. Колку видовите се филогенетски поблиски, толку е почеста антигената сродност. Тие антигени ги пронашол Форсман во 1911 година, па во негова чест се нарекуваат *Форсманови антигени*. Пронајдени се во еритроцитите кај многу видови (куче, овца, коза, заморец, коњ, некои риби), како и кај некои микроорганизми, Грам (-) бактерии, *Pasteurella spp.*, *Bacillus anthracis*, додека луѓето, мајмуните, куникулите и говедото го немаат.

**Хистокомпатибилните антигени** уште се нарекуваат и трансплантациони антигени. Тоа се гликопротеини кои се вградени во клеточната мембрана на клетките од ткивата и органите. Специфични се за единките од ист вид и го условуваат отфрлањето на трансплантираните органи.

**Антигени зависни и независни од тимусот.** Антигените зависни од тимусот ја стимулираат синтезата на антитела само со помош на Т-лимфоцитите. Пример за такви антигени се ксеногените протеини, синтетските полипептиди и други. За разлика од нив, антигените независни од тимусот ја стимулираат синтезата на антитела без влијание на Т-лимфоцитите. Такви антигени се пневмококните полисахариди, липополисахаридите, декстраните и други.

### 8.3.2. Имунолошки одговор на живиот организам

Живиот и имунолошки способен организам, на присуството на некој антиген реагира со продукција на специфични антитела или размножување (пролиферација) на сензибилизирани клетки, или и на двата начини.

#### 8.3.2.1. Сензибилизирани клетки

Најбројни клетки во лимфното ткиво се малите лимфоцити. Тие се способни да дадат имун одговор на присуството на некој антиген. Тие се значи имунокомпетентни клетки. Некои од тие лимфоцити можат да произведат и антитела, додека други поседуваат друга можност за имунолошки одговор. Сите тие мали лимфоцити кружат слободно помеѓу лимфното ткиво и крвта, формирајќи еден функционален систем. Овој функционален систем од имунолошка гледна точка се дели на:

- **централен (примарен) лимфатичен систем** кој ги опфаќа тимусот, *Bursa Fabricii* кај птиците и нејзиниот еквивалент кај цицачите - *коскената срцевина*;
- **периферниот или секундарен лимфатичен систем** кој ги опфаќа лимфните јазли, слезината и лимфното ткиво во лигавиците и другите органи.

**Тимусот** е лимфно-епителен орган. Изграден е од мрежа на епителни клетки, меѓусебно споени со дезмосоми. На него се разликуваат кора и срцевина каде се наоѓаат лимфоцитите. Лимфоцитите кои се наоѓаат во кората се функционално незрели во однос на оние кои се наоѓаат во срцевината. Крвта во тимусот доаѓа преку артерии, кои се разгрануваат во капилари со развиена базална мембрана која го спречува евентуалното навлегување на антигените од крвта во тимусот. Тимусот е најразвиен кај младите животни, најголеми димензии достигнува во половата зрелост, а потоа закржлавува. Најважна функција на тимусот е формирањето на имуникомпетентните Т-лимфоцити кои се носители на клеточната имунолошка реакција, но имаат улога и во хуморалниот имунитет. Покрај тоа, тимусот е ендокрина жлезда од која се лачат хормони кои имаат улога во диференцирањето и имунолошкото созревање на Т-лимфоцитите.

**Bursa Fabricii** претставува лимфо-епителен орган кај птиците. Негова главна улога е формирањето на имунолошко компетентните В-лимфоцити, кои се носители на хуморалната имунолошка реакција.

**Коскената срцевина** кај цицачите е еквивалент на Фабрициевата бурса кај птиците. Коскената срцевина не претставува чисто лимфатичен орган, бидејќи во неа се наоѓаат сите лози на крвните клетки. Покрај тоа, во неа се произведуваат и клетки кои се претходници на лимфоцитните и фагоцитните клетки. Кај цицачите во неа се диференцираат В-лимфоцитите и стануваат имунолошки компетентни или зрели.

**Лимфните јазли** претставуваат мрежа од ретикуларни клетки во која се распоредени лимфоцитите. Во кората на лимфните јазли се наоѓаат лимфни фоликули, во кои претежно се наоѓаат В-лимфоцити, во подабокиот слој на кората се наоѓаат Т-лимфоцити, додека во сржта на лимфните јазли се наоѓаат повторно В-лимфоцити, ретикулоцити и плазмоцити. Лимфните јазли имаат повеќе функции: ја прочистуваат лимфата од туѓите материи, ги отстрануваат тие материи со фагоцитоза, го обработуваат антигенот, учествуваат во циркулацијата на лимфоцитите, учествуваат во хуморалната и клеточната имунолошка реакција.

**Слезината** учествува во диференцирањето на лимфоцитите и хематопоезните матични клетки, во филтрирањето на туѓите материи (антигените) и потрошените компоненти во организмот, во развојот на имунолошката реакција, а служи и како депо за еритроцитите и тромбоцитите, и ги разградува.

**В-лимфоцити и Т-лимфоцити.** Во однос на функционалноста и учеството во имунолошката реакција, сите популации на лимфоцити се делат на две фамилии: В-лимфоцити и Т-лимфоцити. В-лимфоцитите своето име го добиле по *Bursa Fabricii* кај птиците, односно нејзината улога кај цицачите ја има коскената срцевина, каде настанува нивно диференцирање и имунолошко созревање. Имунолошкото созревање на Т-лимфоцитите настанува во тимусот, по што го добиле и своето име. В и Т-лимфоцитите, како и останатите крвни клетки, потекнуваат од матичните клетки кои кај постарите организми се наоѓаат во коскената срцевина, а кај фетусот во жолчната кеса, црниот дроб и слезината. Матичните клетки мигрираат во централните органи на имунолошкиот систем и тука се диференцираат.

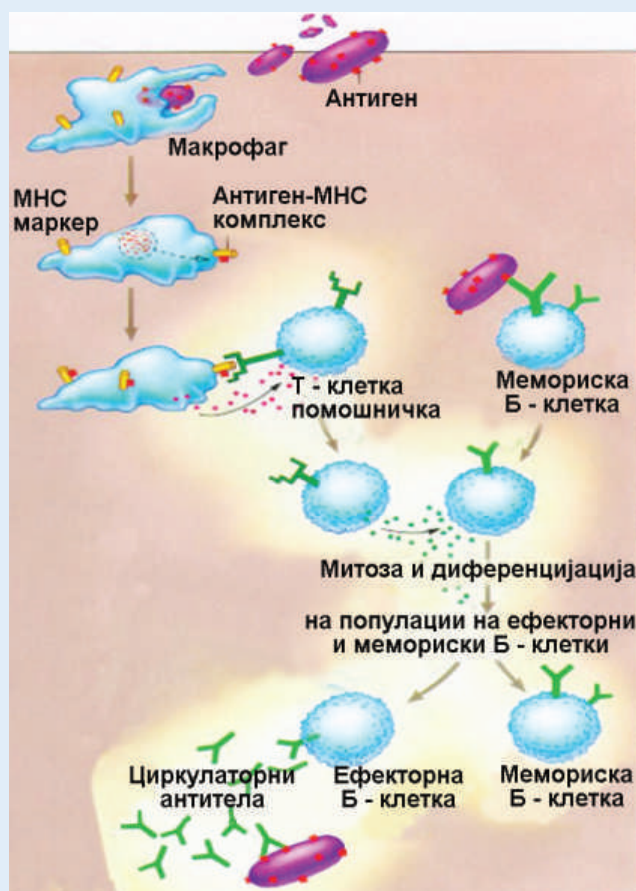
Созревањето на Т-лимфоцитите е многу сложено. Во првата фаза се остварува контакт на незрелите лимфоцити со епителните клетки на централните имунолошки органи. Во втората фаза под влијание на неколку хормони во тимусот или надвор од него се синтетизираат антигените детерминанти на незрелите Т-клетки. Овие клетки се нарекуваат тимоцити. Тимоцитите го напуштаат тимусот и под влијание на тимусните хормони и други фактори во циркулацијата, го завршуваат имунолошкото созревање во периферните лимфатични органи. Имунолошки зрелите лимфоцити во својата клеточна мембрана имаат рецептори за соодветните антигени.



Созревањето на В-лимфоцитите најдобро е проучено кај птиците. Имунолошки зрелите В-лимфоцити во Фабрициевата бурса синтетизираат рецептори, кои по природа се имуноглобулини, и се наоѓаат на нивната мембрана. Најпрво се појавуваат В-лимфоцити кои на мембраната имаат IgM, потоа секундарни В-лимфоцити со рецептори IgG, и на крај В-лимфоцити со рецептори IgA.

Зрелите лимфоцити циркулираат во крвта и лимфата, навлегуваат во периферното лимфно ткиво и пак се враќаат во крвта каде има поголеми шанси да сретнат некој антиген и да го врзат. Лимфоцитите ги препознаваат антигените со сопствените антигени детерминанти кои ги носат на мембраната. Кога некој антиген ќе навлезе во организмот, тој е фагоцитиран од макрофагите. Макрофагите го разградуваат макромолекулот на антигенот, и преработените антигени детерминанти ги предаваат на В-лимфоцитите. В-лимфоцитите под дејство на таа дразба се трансформираат во лимфобласти (големи лимфоцити), а тие пак во плазма-клетки од кои настануваат зрели плазма-клетки кои синтетизираат антитела. За оваа продукција на плазма-клетките, потребна е помош од Т-лимфоцитите. Т-лимфоцитите при контакт со некој антиген, кој претходно го фагоцитирале макрофагите и го преработиле, се трансформираат во лимфобласти. Тие лимфобласти кои носат информација за одреден антиген се размножуваат и формираат лоза на детерминирани клетки (сензибилизирани Т-лимфоцити).

Тие се одговорни за клеточниот имунитет и не учествуваат во синтезата на антитела. Сензибилизираните Т-лимфоцити ги стимулираат макрофагите да вршат фагоцитоза на клетките со хомологен антиген. Така активираните макрофаги се нарекуваат **гневни клетки**. Сензибилизираните Т-лимфоцити, исто така, ги уништуваат клетките со соодветни антигени детерминанти, хомоложни на рецепторите кои ги имаат сензибилизираните Т-лимфоцити. Тие лимфоцити се нарекуваат **клетки-убијци**. Т-лимфоцитите се одговорни за целуларниот имунитет. Покрај тоа, тие заедно со В-лимфоцитите учествуваат во синтезата на антителата. Т-лимфоцитите играат главна улога во отфрлањето на трансплантантот, во доцната преосетливост и туморскиот имунитет. Т-лимфоцитите со делење произведуваат лоза или популација на лимфоцити која долго живее и е чувствителна на антигенот со кој била во контакт нивната прва генерација, односно поседуваат специфични рецептори на својата мембрана за одредени антигени. Со тоа придонесуваат за имунолошкото памтење.



Слика 28. Клетки кои учествуваат во имунолошката реакција

### 8.3.2.2. Антитела

Антителата се реактивна група на протеини кои се синтетизираат во организмот по внесувањето на антигени кои го стимулираат нивното производство, и при повторен контакт со тој антиген специфично се врзуваат за него. Овие протеини и припаѓаат на групата која се нарекува **имуноглобулини** (IgG). Имуноглобулините се разликуваат по функција и специфичност за антигените. Имаат две основни функции:

- **функција за препознавање**, за што е задолжен посебен регион во молекулот на имуноглобулинот. Тие препознаваат само неколку од големиот број на антигени детерминанти.
- **ефекторска функција**, за која е задолжена таканаречената константна регија во молекулот на имуноглобулините. Од неа зависи активирањето на системот на комплементот, опсонизацијата, минувањето низ постелката и метаболизмот на имуноглобулинот.

Повеќето антитела се гама-глобулини. Антителата меѓусебно се разликуваат според молекуларната тежина, коефициентот на седиментација и според активноста спрема хомологните антигени. Молекулите на имуноглобулините се изградени од четири полипептидни синцири, од кои два се означени како тешки, а два како лесни. Како резултат на антигенските разлики меѓу овие синцири, се разликуваат три степени на различност помеѓу имуноглобулините:

- **изотипот** ја дефинира класата и поткласата на имуноглобулините во зависност од тешките и лесните синцири во молекулот. Тој е идентичен за единките од ист вид. Изотипската припадност не зависи од активноста на антителата;
- **алотипот** се однесува на разликите во примарната структура на имуноглобулините од иста класа и поткласа;
- **идиотипските детерминанти** зависат од функцијата на имуноглобулините, и зависат од конфигурацијата на оние делови од имуноглобулините кои се врзуваат за антигенот. Врз основа на идиотипските карактеристики, кај луѓето разликуваме пет класи на имуноглобулини: IgG, IgA, IgM, IgE, IgD.

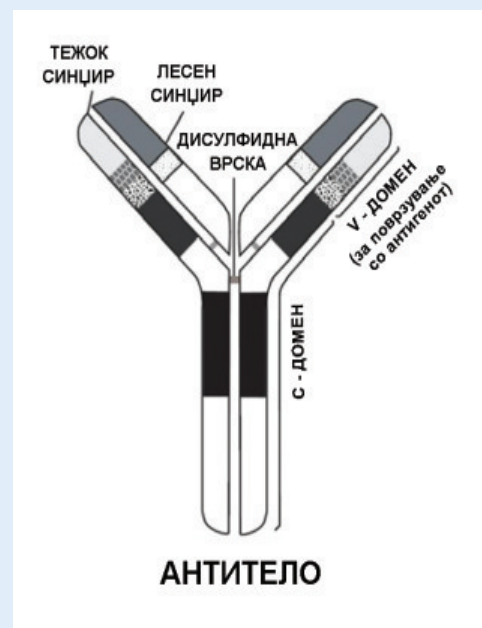
**Структура на имуноглобулините.** Секоја молекула на имуноглобулините е изградена од два вида на полипептидни синцири. Едниот вид синцири имаат голема молекулска тежина и се нарекуваат тешки или H-синцири (од англ., *heavy*-тешко). Вториот вид синцири има помала молекуларна тежина и се викаат лесни или L-синцири (од англ., *light*-лесно). Секој имуноглобулин се состои од два крака, изградени од еден тежок и еден лесен синцир. Двата крака меѓусебно се поврзани со дисулфидни мостови. На секој крак, и на тешкиот и на лесниот синцир се разликуваат варијабилна и константна регија. Во рамките на варијабилната регија постојат хиперваријабилни зони кои учествуваат во формирањето на реактивните групи за врзување на антигенот. Според тоа, бидејќи молекулот на имуноглобулините е изграден од два крака, а секој крак има посебен варијабилен дел на лесните и тешките синцири, следува дека секое антитело може да врзе по две антигенски групи, односно секој крак по една.

Врз основа на распоредот на аминокиселините во полипептидниот синџир, разликуваме 5 структурно различни лесни синџири: гама, алфа, ми, епсилон и делта. Врз основа на тоа кај луѓето имаме 5 класи на имуноглобулини: IgG со гама-синџир, IgA со алфа-синџир, IgM со ми-синџир, IgE со епсилон-синџир и IgD со делта-синџир. Врз основа на изотипските варијанти, скоро кај сите видови животни постојат антигенски разлики помеѓу тешките синџири. Во крвниот серум најзастапени се имуноглобулините од класата G, а веднаш по него имуноглобулините од класата M. IgM се и единствените кои се појавуваат во имунолошката реакција независно од тимусот. Покрај улогата на антитела, имуноглобулините имаат функција во активирањето на комплементот. Одредени места од молекулот на имуноглобулините служи за прикачување на имуните комплекси за макрофагите и неутрофилните гранулоцити, процес по кој настанува фагоцитозата. Одредени делови од молекулот на IgE покажуваат афинитет за врзување за рецепторите на мастоцитите и базофилните гранулоци (клетки од домаќинот), и заедно со соодветниот антиген учествуваат во развојот на алергиската реакција.

**Производство на антителата.** За да се произведат антитела, антигенот прво мора да биде фагоцитиран од макрофагот. Потоа, со посредство на Т-лимфоцитите мора да дојде до клетката која е способна да даде имун одговор на фагоцитираниот антиген. Тие клетки се нарекуваат *имунолошки компетентни клетки*. Тоа се всушност В-лимфоцитите кои имаат способност да го паметат контактот со антигенот. Таа клетка го пренесува антигенот до клетката која е способна да произведува антитела. Тие клетки се нарекуваат *активни клетки*. Тие клетки се плазма-клетките кои настанале од сензибилизираните В-лимфоцити. Тие имунолошки активни клетки можат да произведуваат антитела долго време по исчезнувањето на хомологниот антиген. Кога хомологниот антиген повторно ќе дојде во контакт со имунолошки компетентните клетки, тие одново ги активираат плазма-клетките во имунолошки активни клетки кои ја зголемуваат и забрзуваат синтезата на антитела. Најприфатлива теорија за механизмите за формирање на антитела е клонската селективна теорија. Според оваа теорија, секој вид на антитела го создава само една лоза (клон, од англ., *clone*) на плазма-клетки.

**Видови на антитела.** Антителата најчесто се делат според резултатот од реакцијата на антигенот и антителото. Според таквата поделба постојат следните антитела:

- **антитоксини** кои предизвикуваат неутрализација или флокулација (соединување во поголеми честички) на токсините и анатоксините;
- **аглутинини**, предизвикуваат аглутинација или слепување на клетките на бактериите и нивно таложење;
- **преципитини**, предизвикуваат преципитација, односно реакција при која се спојуваат масите на молекулите на растворениот антиген во антителата кои се растворители или преципитини;



Слика 29. Структура на антителата

- **лизини**, ги топат и разградуваат клетките кои содржат антигени. Лизините кои ги лизираат клетките се нарекуваат цитолизини, бактериите - бактериолизини, а еритроцитите - хемолизини;
- **опсонини**, тоа се антитела кои ги подготвуваат клетките и другите честици за полесна и побрза фагоцитоза. Опсонините се нарекуваат и бактериотропини, бидејќи ја менуваат површината на хомологните бактерии, така што, фагоцитите полесно можат да ги фагоцитираат. Тој феномен се нарекува опсонирачка адхеренција. Ако за комплексот антиген-антитело на површината од бактериската клетка се врзе и комплемент, тоа се вика имуно-адхеренција;
- **антитела кои врзуваат комплемент**, тоа се антитела кои при реакцијата антиген-антитело го активираат комплементот и со тоа се постигнува подобар ефект при уништувањето на антигенот;
- **имобилизини**, ја оневозможуваат подвижноста на подвижните микроорганизми, Тоа е реакција на антиген-антитело, при која хомологните бактерии со флагели, спирохетите и некои протозои со флагели прво стануваат неподвижни, а подоцна и угинуваат. Имобилизините овој феномен можат да го предизвикаат само во присуство на комплемент;
- **абластини** се антитела кои го инхибираат размножувањето на некои протозои;
- **неутрализирачки антитела**, вршат неутрализација на патогените микроорганизми со што тие стануваат непатогени;
- **блокирачки антитела**, спречуваат одредени реакции на антигенот.

### 8.3.2.3. Комплемент

Комплементот е систем кој се состои од поголем број на протеински компоненти. Заедно со антителата претставува елемент на хуморалната одбрана. За разлика од антителата кои имаат специфична улога во имуната реакција, комплементот претставува неспецифичен фактор. Неговата активност во комплексот, заедно со антителата, е насочена кон биолошките мембрани, што резултира со нејзино оштетување и распаѓање на бактериската клетка. Покрај ова, активните компоненти на комплементот ги дразнат мастоцитите да лачат супстанции со одредено фармаколошко дејство (на пример, хистамин), а со хемотаксичното делување ги привлекува фагоцитите и учествува во разградувањето на антигените. Исто така, комплементот ја зголемува воспалителната реакција. Комплементот функционира со помош на три системи, од кои два дејствуваат како системи за препознавање, а третиот е ефекторен систем.

Првиот, **класичниот систем** служи за активирање на комплементот, а настанува по создавањето на комплексите антиген-антитело. Вториот претставува **алтернативен начин** за активирање на комплементот и настанува директно како реакција на некои бактериски полисахариди, без учество на антитела. Ова претставува одбранбена реакција без претходна појава на специфичен имунитет. Третиот систем е **ефекторен** или **терминален**. Овој систем го вклучуваат претходните два система во процесот на препознавање.

Комплементот има големо значење во одбраната на организмот. Меѓу другото, во неговата градба учествуваат 10% од серумските глобулини. Комплементот е изграден од систем од девет протеини. Комплементарниот систем во текот на одбранбената реакција се активира постепено и скалесто, односно првата компонента со својата ензимска активност ја активира другата, па таа со својата активност третата, итн.

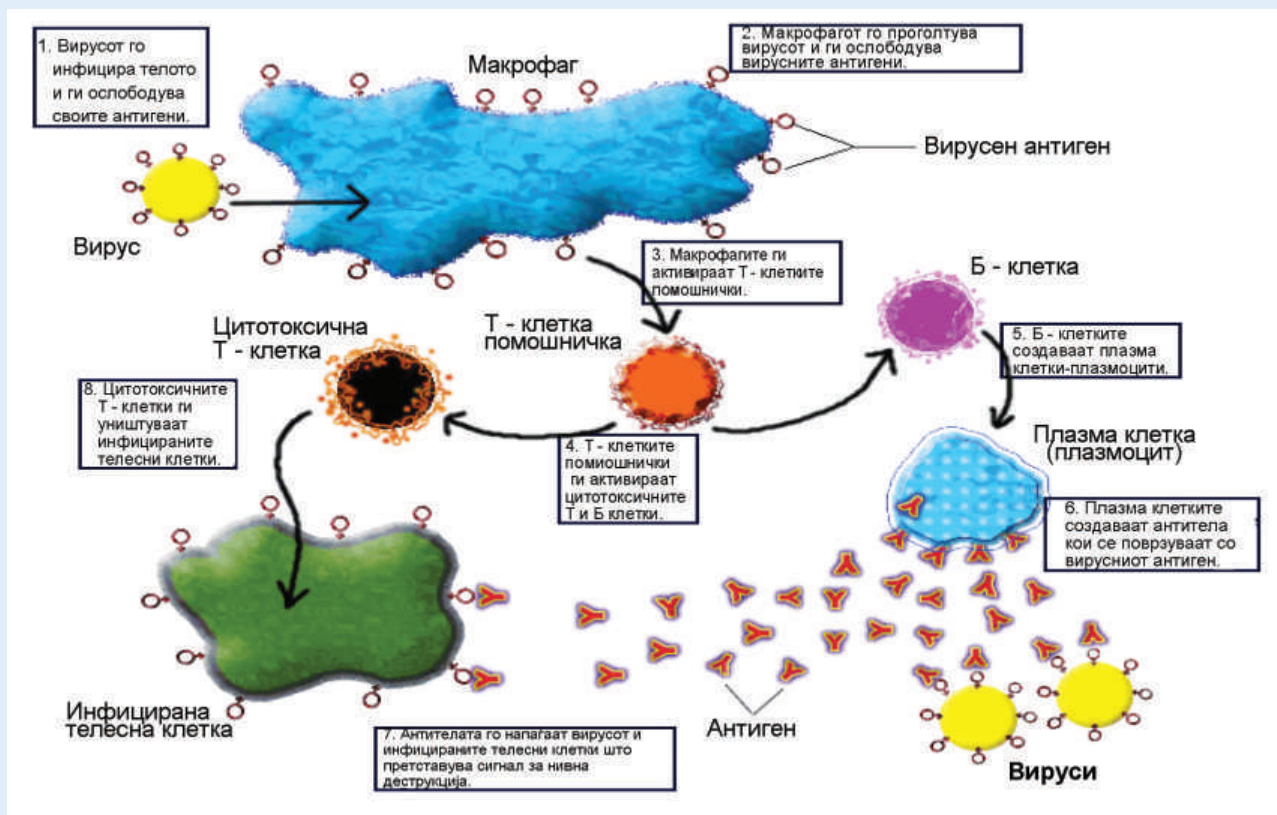
**ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема  
СТЕКНАТА (СПЕЦИФИЧНА) ОТПОРНОСТ НА ОРГАНИЗМОТ - ИМУНИТЕТ**

1. Што е стекната отпорност или имунитет?
2. Кои се разликите помеѓу имунитет и резистенција?
3. Како настанува активниот природен имунитет?
4. Како настанува активниот вештачки имунитет?
5. Како настанува пасивниот природен имунитет?
6. Како настанува пасивниот вештачки имунитет?
7. Што се антигени?
8. Што се хаптени?
9. Што значи специфичност на антигените?
10. Што се детерминантните групи на антигените?
11. Кои се ксеногените или хетерологни антигени?
12. Кои се алогените или хомологни антигени?
13. Кои се автоантигените или аутологни антигени?
14. Кои се растворливите бактериски антигени?
15. Кои се клеточните бактериски антигени?
16. Кои се вирусните антигени?
17. Кои се хетерофилните антигени?
18. Кои се хистокомпатибилните антигени?
19. Што претставуваат сензибилизираните Т-лимфоцити?
20. Што претставуваат В-лимфоцитите?
21. Која е улогата на тимусот во одбраната на организмот?
22. Која е улогата на *Bursa Fabricii* кај птиците или коскената срцевина кај цицачите во одбраната на организмот?
23. Која е улогата на лимфните јазли во одбраната на организмот?
24. Која е улогата на слезината во одбраната на организмот?
25. Како созреваат Т-лимфоцитите?
26. Која е улогата на В-лимфоцитите?
27. Што се антитела?
28. Опиши ја градбата на антителата?
29. Колку класи на антитела има кај човекот и наведи кои се?
30. Како се произведуваат антителата?
31. Колку видови на антитела постојат во зависност од резултатот на реакцијата антиген-антитело?
32. Што е комплемент?



## 8.4. РЕАКЦИЈА АНТИГЕН-АНТИТЕЛО

Реакцијата антиген-антитело е процес на меѓусебно врзување на антигенот и антителото. Како што претходно е спомнато, учесниците во оваа реакција се специфични еден кон друг, односно се однесуваат како „клуч и брава”. Според тоа, и реакцијата на антигенот со антителото е специфична.



Слика 30. Настанување на имунолошката реакција

Реакцијата антиген-антитело може да се манифестира на различни начини, во зависност од видот на антитела кои влегуваат во таа реакција, па имаме преципитација, аглутинација и други. Постојат многубројни методи со кои можат да се откријат и одредат реакциите антиген-антитело. Сите тие методи претставуваат основа на серолошките реакции кои се користат во дијагностиката на многу заразни болести, идентификација на микроорганизмите, истражување на антигените особини на микроорганизмите и за други цели. Тие можат да се поделат во три групи.

Првата група серолошки реакции се однесуваат само на директната интеракција помеѓу антигенот и антителото, независно од биолошките и биохемиските промени кои можат да настанат. Со овие реакции може квантитативно да се одреди еден учесник во реакцијата (или антителото или антигенот) со познати концентрации на другиот учесник.

Втората група серолошки реакции се базираат на појавите кои се резултат на примарната реакција: преципитација, аглутинација, неутрализација на токсини и вируси, реакции зависни од комплементот. Резултатот од овие реакции не е видлив, туку се утврдува преку опит на лабораториски животни, пилешки ембриони или култура од клетки.

Третата група серолошки реакции се постапки со кои се докажува дали антигенот и антителото реагираат, независно од ефектот на имунолошката реакција. Тоа се постигнува со одбележување на антителата или антигените со некоја флуоресцирачка супстанција, ензими или радиоактивни изотопи.

**Тестови на неутрализација.** Заедничка карактеристика на овие реакции е способноста на антителото да уништи некои биолошки особини на антигенот. Резултатот од реакцијата се потврдува со биолошки опит на лабораториски животни или пилешки ембриони.

**Неутрализација на токсините.** Бактериските егзотоксини ја губат токсичноста кога ќе се помешаат со соодветни антитела, кои се нарекуваат антитоксини. При таа реакција токсинот не е уништен, туку само е врзан за антитоксинот и со тоа инактивиран во своето делување. Оваа серолошка реакција е добра за докажување на токсините на некои бактерии во прехранбените производи или во содржината од цревата, со познати антитоксини.

**Неутрализација на вирусите.** Неутрализацијата на вирусите се базира на способноста на антителата да ја неутрализираат инфективноста на вирусот. Оваа реакција е многу специфична и се применува при дијагностицирањето на многу вирусни болести и идентификација на вируси.

**Аглутинација.** Аглутинацијата претставува реакција на антиген и антитело, која се манифестира така што интактните живи или мртви клетки се залепуваат во купчиња и паѓаат во вид на талог. Тој талог од купчиња на клетки се нарекува аглутинаат. Во оваа реакција учествуваат антигени (аглутиногени) кои се наоѓаат во живата или мртва бактериска клетка, еритроцитите или некои други клетки и антитела (аглутинини) кои можат да слепат само цели клетки. Најчести аглутиногени се флагеларните или Н-антигени, соматските или О-антигени и други антигени на микробната клетка. Аглутинираните (слепени) живи бактериски клетки или еритроцити не угинуваат, туку само се слепуваат и имобилизираат. Реакциите на аглутинација се едноставни серолошки методи кои се користат во дијагностиката на бактериските и габични заразни болести, идентификација на различни микроорганизми и одредување на крвните групи. За да може резултатот на реакцијата да биде видлив, во неа мора да учествуваат цели бактериски или други клетки. На резултатот од аглутинацијата влијае температурата и присуството на електролити. Постојат повеќе реакции на аглутинација.

**Постапки на активна аглутинација,** во кои спаѓаат брза аглутинација на предметно стакленце, спора или класична аглутинација во епрувета и Комбсов антиглобулински тест кој се користи за докажување на бруцелоза кај говедата;

**Постапки на пасивна (индиректна) аглутинација,** со чија помош се докажуваат растворени антигени, кои прво се врзуваат за некоја клетка која служи како носач, па потоа настанува видлива аглутинација.

*Инхибиција на хемаглутинацијата*, некои видови на вируси можат да се врзат за површинските рецептори на еритроцитите кај одредени животински видови и да ги слепат. Затоа оваа реакција се применува за идентификација на вирусите. Оваа серолошка реакција се базира на способноста на антителата да се врзат за хемаглутинаинските рецептори на вирусите и да ја уништат нивната способност за аглутинација на еритроцитите.

**Преципитација.** Во оваа реакција учествуваат растворливи антигени (преципитиногени) и антитела кои се наречени преципитини. Антителата ги поврзуваат молекулите на антигенот во поголеми комплекси, кои повеќе не се растворливи и се таложат, што може да се види со голо око. Преципитиногените претставуваат протеини или јагленохидрати, или соединенија на јагленохидратите со липидите. Тие се наоѓаат во разни делови на бактериите, а најмногу во капсулата. Способност за преципитација имаат антигените од класата IgM и IgG. Суштината на преципитацијата е иста како кај аглутинацијата. Разликата е што кај аглутинацијата, антигенот се наоѓа во некоја жива или мртва интактна клетка, додека антигените кај преципитацијата се молекули во колоиден раствор. При изведување на серолошките реакции на преципитација важно е да се постигне оптимален однос помеѓу концентрациите на антигенот и антителата, бидејќи само тогаш настануваат растворени комплекси. На јачината на преципитацијата влијае присуството на електролити, рН-вредноста и температурата на која се одвива реакцијата.

*Допирна преципитација*, се изведува во тенки епрувети во кои најпрво се става мало количество серум со висока концентрација на преципитациски антитела, а потоа врз серумот се додава мало количество на растворен антиген. При позитивна реакција на допирната површина помеѓу серумот и растворениот антиген се добива тенок прстен со млечно-бела боја. Во ветеринарната медицина се користи Асколиевата преципитација за докажување на антракс и преципитацијата по Ланцефилд за серолошка типизација на стрептококите.

*Имунодифузија во гел*, се базира на способноста на растворените антигени и антитела да патуваат во гелот, и на местото каде што ќе се допрат да формираат преципитациска линија. Во зависност од тоа како се движат растворените антигени и антитела во гелот, оваа реакција може да се изведе на два начина: едномерна радијална имунодифузија и двосмерна радијална имунодифузија.

**Реакција на врзување комплемент.** Во овие серолошки реакции учествуваат антиген, антитело и комплемент. Кога антителото ќе се врзе за антигенот, се активира комплементот кој врши оштетување или лизирање на клетката во која се наоѓа антигенот. Способност за врзување и активирање на комплементот имаат антителата од класата IgG и IgM, кога ќе се врзат за антигенот. Како антиген се употребува бактериска клетка или вирусната честичка. Ефектот од реакцијата се чита индиректно, преку следење на комплементот. Имено, оваа серолошка реакција се врши во два дела. Во првиот дел или главна реакција, реагираат антигенот, антителото и комплементот. Во втората или споредна реакција се проценува резултатот од првата реакција преку појавата или непојавата на хемолиза.

**Серолошки реакции со означени антитела или антигени.** Развојот на современата имунологија е невозможен без серолошките реакции со означени или маркирани учесници во имунолошката реакција. Предноста на овие реакции во однос на класичните е што може директно да се чита реакцијата помеѓу антигенот и антителото, независно од способноста на антителото да го аглутинаира, преципитира, неутрализира или да предизвика некој друг ефект на антигенот. Освен тоа, многу се осетливи и даваат точни резултати. Во овие реакции еден од учесниците (или антигенот или антителото) може да сезначи со флуоресцентни материји, ензим или радиоактивен изотоп, врз основа на што се делат овие серолошки реакции.

**Имунофлуоресценција**, кога се употребуваат антитела кои се означени со супстанции кои под дејство на светлото можат да светат. Во зависност од тоа како се изведуваат, постојат директна и индиректна имунофлуоресценција, сендвич тест и антикомплементски тест.

**Имуноензимски тест** или **ELISA** (*Enzyme linked immunosorbent assay*-антиген или антитело одбележано со некој ензим). Многу е добар за работа во теренски услови, бидејќи резултатот на реакцијата се чита со голо око.

**Радиоимун тест**, претставува една од најосетливите серолошки реакции. При овој тест, антигенот или антителото се означени со некој радиоактивен изотоп.

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема РЕАКЦИЈА АНТИГЕН-АНТИТЕЛО

1. Што претставуваат серолошките реакции?
2. Што претставува реакцијата антиген-антитело?
3. Во однос на тоа како се чита резултатот од серолошките реакции, во колку групи истите се поделени?
4. Опиши ги неутрализирачките тестови како серолошка реакција!
5. На што се базира реакцијата на аглутинација?
6. Наброј некои реакции кои се базираат на аглутинација!
7. На што се базира реакцијата на преципитација?
8. Опиши ја реакцијата на допирна преципитација?
9. Опиши ја реакцијата на имунодифузија во гел?
10. Опиши ја реакцијата на врзување комплемент (РВК)?
11. Опиши ги серолошките реакции со означени антитела или антигени?
12. Со што се одбележани антителата или антигените при серолошката реакција ELISA?

## 8.5. КЛЕТОЧНА ИМУНОЛОШКА РЕАКЦИЈА

Под клеточен имунитет се подразбира реакција помеѓу антигенот и сензибилизираните Т-лимфоци, без учество на антителата. Постојат два основни облици на клеточен имунитет во зависност од лозата на Т-лимфоцити кои учествуваат во реакцијата. Едната популација Т-лимфоцити по повторниот контакт со антигенот (доцна преосетливост) лачат лимфокини, протеини со различно фармаколошко дејство. Другиот тип Т-лимфоцити, при повторната средба со антителата, ги препознаваат на површината од клетките, реагираат со нив и ја лизираат клетката на која се наоѓаат. Затоа овие Т-лимфоцити се познати како *клетки-убијци* или *цитотоксични Т-лимфоцити*.

Клеточната имунолошка реакција предизвикува специфичен начин на имунизирање. Кај нив е карактеристично што антигенот воспоставува посебен однос со организмот во кој се наоѓа, а со тоа и посебен однос со неговиот имунолошки механизам. Антигенот се наоѓа на клетките или во нив, и со тоа е недостапен за антителата кои се во крвта. Во овие ситуации реакцијата антиген-антитело е неефикасна. Овие антигени предизвикуваат најчесто хронични интраклеточни бактериски инфекции (туберкулоза, бруцелоза, листериоза, салмонелоза), габични инфекции, инфекции со рикети, хламидии и вируси, инфекции со некои протозои, тумори и некои автоимуни заболувања.

Клеточната имунолошка реакција започнува кога макрофагите ќе ја предадат антигенската информација на Т-лимфоцитите, чии што рецептори се компатибилни со тој антиген. Понатаму тие Т-лимфоцити се размножуваат и формираат клонови со рецептори за тој антиген. Овие клетки долготрајно се депонираат во организмот и при повторен контакт со истиот антиген тие реагираат и го уништуваат.

## 8.6. АЛЕРГИЈА (ПРЕЧУВСТВИТЕЛНОСТ)

Пречувствителноста, исто така, е имунолошки одговор на организмот. Според својата суштина не се разликува од имунитетот, но се разликува по последиците кои ги предизвикува на организмот. Имунолошкиот одговор и имунолошката реакција не секогаш се поволни за организмот. Пречувствителноста спаѓа во оние имунолошки реакции кои се штетни за организмот, иако понекогаш можат да бидат и корисни.

Пречувствителноста уште се нарекува и *алергија* (од грч. *allos*-изменет, *ergon*-активен), односно изменета реактивност на повторно внесување во организмот на некои супстанции. Таа може да се дефинира како специфично стекната состојба на реактивност на организмот, кој на повторно внесена иста супстанција реагира бурно, што е проследено со појава на разни патолошки промени. Организмот кој претходно не дошол во допир со таа супстанција, не реагира на неа. Супстанциите кои предизвикуваат такви промени се нарекуваат *алергени* (тоа се хаптени), додека организмот кој реагира се нарекува сензибилизиран, пречувствителен или *алергичен организам*. Првата доза на алерген кој предизвикува сензибилизација, односно состојба на пречувствителност, се нарекува *сензибилизирачка доза*.



Втората доза од истиот алерген кој предизвикува алергиска реакција се нарекува **шок-доза**, а ткивото или органот кој реагира **шок-ткиво** или **шок-орган**. Алергените во организмот можат да навлезат преку респираторниот или дигестивниот тракт, преку директен контакт со кожата или лигавиците, или механичко директно внесување во крвните садови, мускулите или под кожата. Еден организам може да реагира на повеќе алергени.

**Видови на пречувствителност.** Пречувствителноста обично се дели на пречувствителност зависна од антителата, која се нарекува **рана** или **непосредна пречувствителност**, и пречувствителност зависна од клеточниот имунолошки одговор, односно од Т-лимфоцитите, и се нарекува **доцна преосетливост**. Постојат четири основни типа на алергиски реакции:

1. Тип I или анафилактичен тип на преосетливост;
2. Тип II или цитотоксичен тип на преосетливост;
3. Тип III или пречувствителност со посредство на имуниот комплекс антиген-антитело;
4. Тип IV или доцна преосетливост.

**Тип I алергиска реакција или анафилактичен тип.** Овој тип алергиска реакција настанува со посредство на имуноглобулините од класата IgE. Оваа класа на имуноглобулини ги стимулираат различни алергени: антигените на хелминтите (група на паразити), поленот, алергени од храната и друго. Првата доза од алергенот е сензибилизирачка доза, која предизвикува состојба на пречувствителност или анафилакса (од грч. *ana*-против и *phylassein*-заштита). Втората доза е шок-доза и предизвикува реакција на преосетливост која се нарекува **анафилактичен шок**. Имунолошките реакции во кои се создаваат IgE класа се наследни, и некои единки имаат повисоко ниво на овие имуноглобулини од другите. Овие единки се означени како **атописки**. Ако и двата родители се атописки, тогаш и потомството ќе биде атописко.

**Механизам на анафилактичката реакција.** Организмот се сензибилизира така што, извесно време по внесувањето на некој алерген се создаваат специфични имуноглобулини од класа E (IgE) или цитотрофни антитела. Тие антитела се врзуваат за мастоцитите и базофилните леукоцити. По второто давање на истиот алерген кој го поттикнал создавањето на IgE, тој се врзува за IgE, и преку нив за мастоцитите и базофилните леукоцити. Тогаш настанува дегранулација на мастоцитите и еозинофилите, при што се ослободуваат неколку супстанции со силно фармаколошко дејство:

- **хистамин**, кој ја зголемува пропустливоста на крвните садови и предизвикува контракција на мазната мускулатура;
- **серотонин**, кој предизвикува собирање на крвните садови и зголемување на крвниот притисок;
- **супстанции со спора реактивност** (брадикинин, ацетилхолин, комплемент) кои делуваат на бронхиите, предизвикувајќи долготрајни контракции и ја зголемуваат пропустливоста на крвните садови;
- **хемотоксични фактори за еозинофилите**;
- **фактори за активирање на тромбоцитите и други медијатори на имунолошката реакција**.

*Клиничка слика при појава на анафилаксија.* Различните видови животни, различно реагираат во зависност од кое ткиво претежно е зафатено. Најчесто реакции се јавуваат на респираторните органи, проследени со отежнато дишење, обилна секреција, пролив, повраќање, мокрење, контракција на мускулатурата, едем на белите дробови (насобирање на течности во белите дробови), воспаленија на кожата (дерматит) и друго.

**Тип II алергиска реакција или цитотоксичен тип.** Реакциите од овој тип се провоцираат од некоја антигенска компонента која е прицврстена за клеточната површина. Таквата антигенска компонента може да биде изменета клетка во некое ткиво или некоја супстанција, како на пример некои лекови, прицврстена за клеточниот ѕид. Антителата кои се синтетизираат под дејство на таа дразба се насочуваат кон соодветниот антиген прицврстен за површината на клетката. Спојувањето на антителото со антигенот го активира комплементот и предизвикува цитотоксичен и цитолитичен ефект (разградување) на клетката за која е прицврстен антигенот. Во овој тип на пречувствителност се вбројуваат реакциите при трансфузија на крв, реакциите за отфрлување на трансплантираните органи, автоимуните болести и хемолитичната болест кај новородените животни. Хемолитичната болест настанува кога во крвотекот на мајката можат да навлезат еритроцити од фетусот. Тие клетки се туѓи за мајката и предизвикуваат формирање на антитела. По раѓањето, младото ги прима тие антитела со колostrалното млеко, што резултира со хемолита или разградување на неговите еритроцити.

**Тип III алергиска реакција или пречувствителност со посредство на имуните комплекси.** Овој тип на рана пречувствителност настанува кога имуните комплекси антиген-антитело го активираат комплементот. Активираниот комплемент се поврзува со тромбоцитите. При тоа, се отпуштаат одредени медијатори, меѓу кои и лизозимот, кои предизвикуваат оштетување на ткивото. Постојат два основни облика на овој тип реакција:

- *Артусова реакција* со локално депонирање на имуни комплекси во ткивата;
- *серумска болест*, појава на големи количества на имуни комплекси во циркулацијата

*Артусовата реакција* настанува кога некој алерген се внесува во организмот на исто место, во интервал од 2 до 3 дена. На местото каде се внесува алергенот ќе дојде до појава на некроза и улцерации. Таа појава се нарекува Артусов феномен, според францускиот физиолог Маурис Артус, кој прв го опишал. Овој феномен се забележува кога на куникул му се вбригува коњски серум поткожно, во интервал од една недела. По неколку недели на местото на апликација на секоја доза од коњскиот серум се појавува воспалителна реакција и некроза (изумирање) на кожата на тоа место. Артусовата реакција настанува кога комплексот антиген-антитело поминува низ крвните садови во крвта и го активира комплементот, што резултира со појава на локална некроза на крвните садови и воспалително жариште.

*Серумската болест* настанува кога одеднаш ќе се внесе големо количество серум (антиген). Во текот од 7 до 14 дена, количеството на внесените антигени се намалува. Но, кај некои единки сè уште има одредено количество во времето кога се појавуваат антителата. Тогаш се формираат комплекси антиген-антитело, кои го активираат комплементот, кој предизвикува ослободување на активни медијатори од мастоцитите што резултира со зголемена пропустливост на крвните садови и појава на воспалителна реакција.

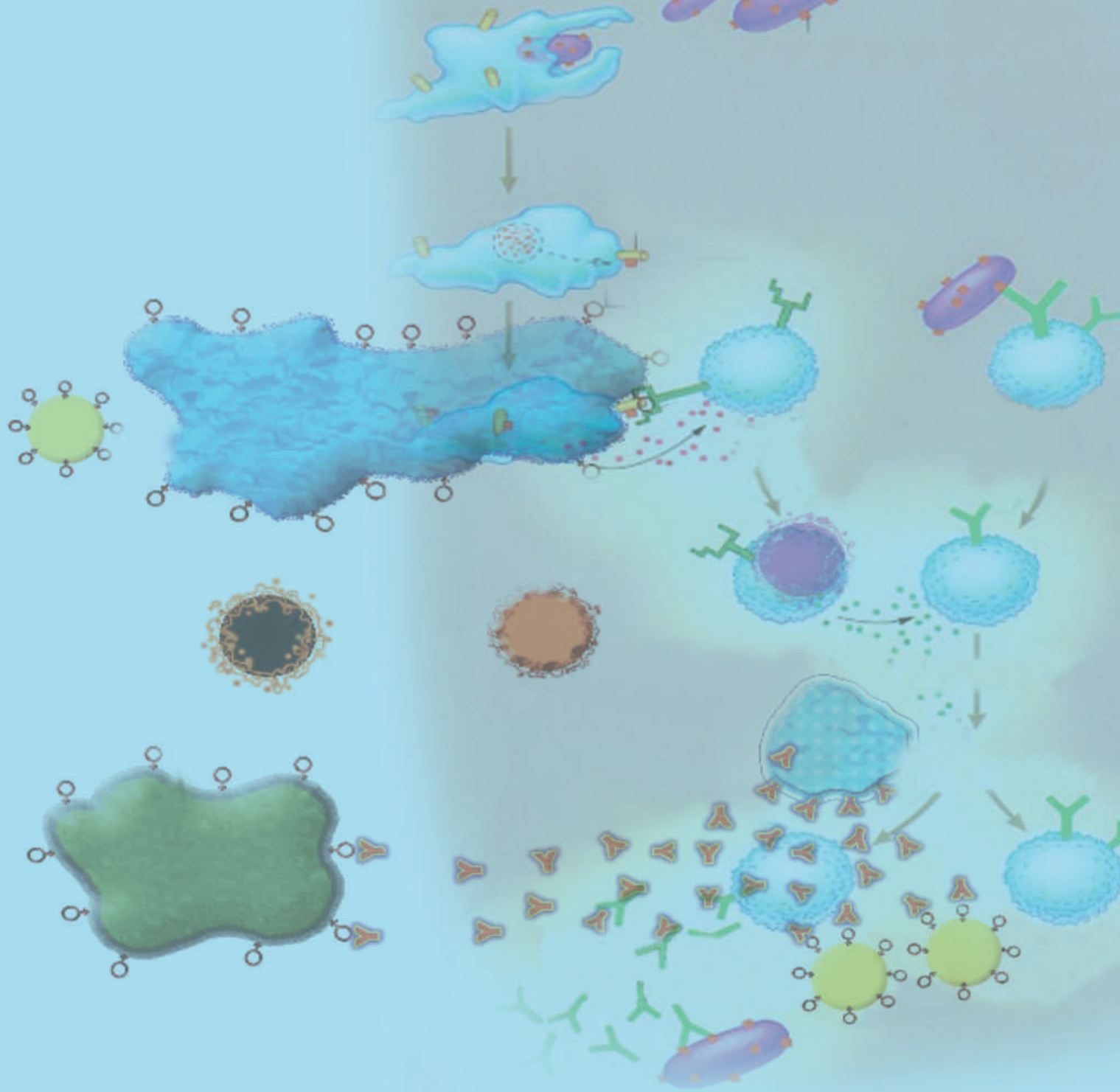
*Тип IV алергиска реакција или доцна преосетливост.* Ова е единствен тип на алергиска реакција од доцна преосетливост. Се појавува со посредство на сензибилизираните Т-лимфоцити, кои на својата површина имаат специфични рецептори за алергените. При контакт на сензибилизираните Т-лимфоцити со алергените, се ослободуваат лимфокини кои, всушност, го предизвикуваат овој тип преосетливост. Туберкулинската реакција за откривање на заболени животни од туберкулоза е типичен пример за доцна преосетливост. Имено, кај туберкулозно животно, ако во кожата се аплицираат готови антигени на причинителот на туберкулоза, тогаш на тоа место настанува воспалителен процес, проследен со оток и црвенило.

#### **ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставните теми КЛЕТОЧНА ИМУНОЛОШКА РЕАКЦИЈА и АЛЕРГИЈА (ПРЕЧУВСТВИТЕЛНОСТ)**

1. Што се подразбира под клеточна имунолошка реакција?
2. Што претставува алергијата?
3. Како се нарекуваат супстанциите кои предизвикуваат алергии?
4. Што претставува сензибилизирачката доза на алерген?
5. Што претставува шок - дозата на алерген?
6. Колку типа на алергиски реакции постојат и наведи кои се?
7. Опишете го механизмот на анафилактичната реакција!
8. Опишете ја клиничката слика при појава на анафилаксија!
9. Опишете го механизмот на алергиската реакција од цитотоксичен тип!
10. Опишете го механизмот на настанување на Артусовата реакција?
11. Како настанува серумската болест?
12. Како настанува доцната преосетливост?

## ТЕМИ ЗА ПОТТИКНУВАЊЕ НА НАУЧНОТО РАЗМИСЛУВАЊЕ

1. Имунолошките реакции како основа за појава на многу автоимуни болести кај луѓето и животните.
2. Клеточни имунолошки реакции кои се користат во современата медицина (тумор-маркери).
3. Симулации за подобро разбирање на серолошките реакции.
4. Употреба на серолошки реакции при дијагностика на заразни болести кои се среќаваат на територијата на Република Македонија.
5. Можности за лекување на алергиите кај луѓето и животните.



## 9. ВАКЦИНИ И СЕРУМИ





СОДРЖИНА НА НАСТАВНАТА ТЕМА

ВАКЦИНИ

СЕРУМИ

Вакцините и серумите припаѓаат во групата на биолошки препарати. Се користат за имунопрофилакса на здрави животни кога има ширење на некоја заразна болест и за лекување на животни заболени од заразни болести. Имунопрофилаксата претставува вештачка имунизација на здрави животни и луѓе, заради нивна заштита од заразни болести. Се користи како мерка за спречување на ширењето на заразните болести. Имунотерапијата или серотерапијата претставува лекување на одделни заразни болести со помош на имуни серуми или антисеруми.

## 9.1. ВАКЦИНИ

Вакцините претставуваат биолошки средства припремени од бактерии, токсини и вируси, кои се внесуваат во здрав организам со цел промена на неговата реактивна способност создавање имунитет.

Кога се зборува за вакцините, мора да се спомене името на Едвард Џенер, кој во 1796 година со вирусот на кравјата сипаница го имунизирал осумгодишниот Џејмс Флипс против сипаници. Понатаму следат успехите на Луј Пастер, кој прв припремил вакцина против колера кај живината, црвен ветар кај свињите, антракс и беснило. Освен нив, многу научници со своите истражувања во полето на имунопрофилаксата дале огромен придонес за опстојувањето на човештвото и борбата со заразните болести.

Апликацијата на вакцините во приемливите организми (вирулентни, ослабнати или инактивирани микроорганизми, како и нивните токсини) го стимулира организмот да создаде имунитет кон одредена болест. При тоа, логично е дека патогени полновирулентни микроорганизми за одреден приемлив организам не можат да се применат за таа цел, бидејќи ќе дојде до појава на заразна болест. Поради тоа, порано при вакцинирањето, заедно со внесувањето на полновирулентни микроорганизми се внесувале и имуни серуми (симултано вакцинирање). Овој начин на вакцинирање денес е напуштен, бидејќи вакцинираните животни можат да го излучуваат микроорганизмот примен со вакцината и да бидат носители на микроорганизми и да претставуваат извори на заразната болест.

Според начинот на кој се подготвуваат, постојат различни видови вакцини:

- вакцини со живи микроорганизми;
- вакцини со живи-атенуирани (ослабнати) микроорганизми;
- вакцини со инактивирани микроорганизми;
- анавакцини.

**Вакцини со живи микроорганизми.** Овие вакцини се применуваат посебно кај инфекции предизвикани од вируси. За таа цел се земаат соеви на бактерии или вируси со слаба вирулентност или пак вирулентноста вештачки им се намалува со помош на хемиски, физички или биолошки средства. Пастер на пример, добил бацили на антракс со намалена вирулентност кога ги изложил на температура од 42,5°C, 24 дена - Paster I вакцина, и 12 дена на 42,5°C - Paster II вакцина. Калмет и Гуерин добиле бацили на туберкулозата со намалена вирулентност кога на подлогата за култивирање додале жолчка (BSG-вакцина). Биолошкиот пат за намалување на вирулентноста се сведува на пасажа на еден микроорганизам низ неприемливи животни или ткиво. Овој начин за подготвување вакцини се користи кај вирусните болести.

**Вакцини со живи-атенуирани микроорганизми.** Со ослабнување на вирулентноста на некој вирус, се добива сој на вирус за подготвување вакцина, кој внесен во организмот не предизвикува појава на силни клинички симптоми на болеста, но го стимулира организмот да создаде имунитет. Овие вакцини обично го содржат причинителот на само една болест (моновалентни вакцини), а во промет доаѓаат во лиофилизирана (исушена) состојба со разредител. Непосредно пред употребата, содржината на ампулата со лиофилизиран вирус се раствора во разредителот и се аплицира на животното во пропишаната доза. Рокот на употреба на лиофилизираните вакцини, доколку се чуваат на температура од 4°C, изнесува најмалку една година. Растворените вакцини мора да се употребат во рок од 24 часа. Во некои случаи за вакцинирање на животните се користат и вирулентни вируси (што може да се сфати како вештачко инфицирање), на пример, сипаница кај овците. По апликацијата на вакцината, животните реагираат со појава на локална, воспалителна реакција на местото на апликација.

Вакцините со живи-атенуирани микроорганизми имаат одредени предности над другите вакцини. Со нив, имунитетот кај вакцинираните животни настанува релативно брзо (за 2 до 7 дена), и трае околу една година или може и подолго. Меѓутоа, мора да се внимава кога се применуваат овие вакцини. Тоа мора да биде во контролирани услови. Кај некои од овие вакцини сè уште е отворено прашањето дали атенуираниот вирус од вакцината може по биолошки пат низ приемливи животни да си ја поврати својата првобитна вируленцијата. Во случај тоа да настане, тој вирус би станал предизвикувач на заразна болест во природата. Овие вакцини се применуваат во заразени подрачја, бидејќи имунитетот е добар (солиден), настанува за кратко време и трае долго. Со ова се овозможува ефикасна борба во спречувањето на ширењето на некоја заразна болест.

**Вакцини со инактивирани микроорганизми (мртви вакцини).** Микроорганизмите во овие вакцини се инактивирани по физички пат (со топлина), или по хемиски пат (со формалин, фенол, етер, толуол, азиридин, етил-етиленимин и други средства). Средството за инактивирање не смее да ги оштети антигените особини на микроорганизмот, а треба да ги уништи сите честички на инфективниот агенс. Затоа, при производството на овие вакцини мора да се внимава на концентрацијата на средството за инактивирање и времетраењето на постапката за инактивација.

Во состав на овие вакцини влегува и средството на кое се адсорбираат инактивираниите микроорганизми, поради што овие вакцини се нарекуваат и *адсорбат вакцини*. Како средство за адсорпција (адсорбенс, адјуванс), денес се користат алуминиум хидроксид, алуминиум сулфат, сапонин, диетиламиноетил декстран, минерални масла и други. Овие средства, од местото на апликација бавно се ресорбираат во организмот, па со тоа подолго време го стимулираат организмот да синтетизира антитела. Една од првите адсорбат вакцини, во која вирусот бил инактивиран со формалин и адсорбиран на алуминиум-хидроксид, била вакцината против шап и лигавка, направена во 1938 година од Валдман. Денес, покрај оваа вакцина, во употреба се адсорбат вакцини против црвен ветар кај свињите, колера кај живината, ентеротоксемија кај овците, дизентерија кај јагнињата, ензоотска бактериска пневмонија кај телињата и чума кај живината.

**Анавакцини.** За подготвување на вакцини можат да се искористат и токсините на микроорганизмите или некои видови на животни (тетанусниот токсин, змискиот отров). На овие отрови со додавање на формалин им се уништува токсичноста, но останува активна антигената компонента, која во организмот стимулира формирање на имунитет против одреден токсин (антитоксичен имунитет).

Токсинот кој е инактивиран на овој начин се нарекува *анатоксин*. Во некои вакцини покрај токсинот се наоѓа и микроорганизмот кој го произведува тој токсин. Со формалин се инактивираат двете компоненти на оваа вакцина (микроорганизмот и токсинот). Таквите вакцини се нарекуваат *анавакцини*.

Инактивираните (мртви) вакцини имаат свои предности и недостатоци кога се применуваат во пракса. Главен недостаток е долгиот период од апликација до создавањето на имунитет, кој обично изнесува 10 до 14 дена. Овој период од епизоотиолошка смисла е неповолен, посебно кај заразни болести кои имаат краток инкубационен период. Времетраењето на имунитетот кој го создаваат овие вакцини е обично пократок од оној кај живите вакцини, и изнесува околу 6 месеци. Овој недостаток ја ограничува употребата на овие вакцини во жаришните подрачја и ја отежнува борбата со заразните болести. Меѓутоа, овие вакцини се од голема помош при имунопрофилактиката на приемливите животни во загрозените подрачја и подрачјата кои се наоѓаат околу заразеното подрачје. Тие можат да се применат на подрачја каде некоја заразна болест ја нема, но има реална опасност да се појави. Во тие подрачја може да се спроведе систематска вакцинација на приемливите животни два пати годишно со инактивирана вакцина против некоја заразна болест. Ова всушност претставува ревакцинација, која се применува за освежување на имунитетот по вакцинацијата, кога тој не трае доволно време. Вакцинираните животни по одредено време повторно стануваат чувствителни кон причинителот на заразната болест за која биле вакцинирани. Затоа, за да се подобри имунитетот и да се зголеми титарот на специфични антитела во крвта кои успешно ќе се борат против соодветните антигени, се применува ревакцинација или повторна вакцинација.

## ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема ВАКЦИНИ

1. Што се вакцини?
2. Што претставува имуноterapiјата?
3. Што претставува имунопрофилактиката?
4. Кога се почетоците на вакцинацијата?
5. Која е целта што треба да се постигне со вакцинацијата?
6. Што претставува симултаното вакцинирање?
7. Како се делат вакцините според начинот на приготвување?
8. Како се подготвуваат вакцините од живи микроорганизми?
9. Како се подготвуваат вакцините од живи-атенуирани микроорганизми?
10. Како се подготвуваат вакцините од инактивирани (мртви) микроорганизми?
11. Како се употребуваат лиофилизираните вакцини?
12. Кои се предности и недостатоци на вакцините од живи микроорганизми?
13. Кои се предности и недостатоци на вакцините од инактивирани микроорганизми?
14. Кога се користат вакцини од живи микроорганизми, а кога вакцини од мртви микроорганизми при појава на некоја заразна болест?
15. Што се анавакцини?

## 9.2. СЕРУМИ

Крвните серуми кои во себе содржат специфични антитела против одреден микроорганизам или токсин се нарекуваат *имуни серуми*. Според видот на антигенот под чија дразба се синтетизирале антителата во серумот, серумите можат да се поделат на антибактериски, антивирусни и антитоксични имуни серуми. Овде треба да се додадат и дијагностичките серуми кои содржат специфични антитела против одреден предизвикувач на заразна болест и кои се користат за дијагностички цели.

Имуните серуми се добиваат со имунизирање и хиперимунизирање на некои видови животни (коњ, свиња) со одредени микроорганизми или токсини. По одреденото време потребно тие животни да синтетизираат специфични антитела на внесените антигени (микроорганизми и токсини), се вади крв или животните се искрваруваат. Потоа се врши титрација или одредување на нивото на антитела во крвниот серум. Титрацијата, главно се врши со биолошки опит на лабораториски животни, а се изразува како титар на антитела или неутрализирачки единици. Серумот мора да исполнува одредени услови за содржината на антитела, изразено во интернационални единици.

Имуните серуми имаат двојна намена. Тие можат да се користат во терапевтски цели (за лекување) или во профилактски цели. Кога се користат во терапевтски цели, за побрзо да делуваат, се аплицираат во вените (интравенски). Кога серумот се аплицира интравенски, се дава само половина од дозата (поради хемолитичкото делување на конзервансите во него), додека другата половина се дава поткожно, во мускулите или во перитонеалната празнина (внатрешната обвивка на стомачната празнина кај животните). За профилактски цели, имуниот серум најчесто се дава поткожно. Серумот профилактски ги штити животните од одредена заразна болест во период од 2 до 3 недели. Во случај на потреба може да се продолжи овој имунитет со повторна апликација на истиот серум. Ако се врши повторна имунизација со имун серум на животно кое не е од ист вид со животното од кое е произведен имуниот серум, тогаш не може да се очекува поволен ефект поради опасноста од анафилктична реакција. Ова се случува поради неутрализација на повторно внесените антитела од серумот со ново синтетизираните анти-антитела кои се наоѓаат во крвта на животното кое се имунизира. Во овој случај, антителата од серумот животното ги препознава како туѓи или како антигени на кои реагира со соодветни антитела кои биле синтетизирани при претходното давање на имуниот серум. Доколку се работи за хомологен имун серум, односно серумот е произведен од ист вид на животно како животното што се имунизира, тогаш при повторното давање може да се очекува поволен ефект.

Имуниот серум може да биде моновалентен ако содржи антитела против еден антиген, или поливалентен, ако содржи антитела против повеќе антигени (најчесто повеќе соеви на еден ист микроорганизам или два или повеќе видови на микроорганизми). Од моновалентните серуми во пракса најмногу се користи имуниот серум против црвен ветар кај свињите, пастерелоза, тетанус, а од поливалентните против лептоспироза, колибацилоза и некои други.



**Реконвалесцентен серум** претставува серум кој е добиен од животни кои прележале некоја заразна болест, и во чиј серум се наоѓаат антитела против причинителот на таа болест (активен природен имунитет).

**Дијагностичките серуми** содржат специфични антитела за одредени видови на микроорганизми, и се користат за откривање на специфични антигени во материјалот за лабораториско испитување. Ова е всушност основата на серолошките реакции за кои беше претходно зборувано.

### ПРАШАЊА И ЗАДАЧИ за наставната тема СЕРУМИ

1. Што претставуваат серумите?
2. Како се подготвуваат крвните серуми?
3. Како се аплицираат серумите кога се даваат во терапевтски цели?
4. Како се аплицираат серумите кога се даваат во профилактски цели?
5. Колку време серумот ги штити животните од заразна болест?
6. Што претставуваат хомологните серуми?
7. Што претставуваат хетерологните серуми?
8. Кога постои опасност од појава на анафилактичен шок при давање на серуми?
9. За кои вакцини се вели дека се моновалентни, а кои поливалентни?
10. За кои серуми се вели дека се моновалентни, а кои поливалентни?
11. Што претставуваат реконвалесцентните серуми?
12. Што претставуваат дијагностичките серуми?

## ТЕМИ ЗА ПОТТИКНУВАЊЕ НА НАУЧНОТО РАЗМИСЛУВАЊЕ

1. Добра производна практика при производството на вакцини.
2. Добра производна практика при производството на серуми.
3. Имунизација на луѓето и животните како мерка за борба против заразните болести.
4. Вакцинации против заразни болести кои се употребуваат на територијата на Република Македонија.
5. Симулација на можни превентивни мерки кои би се превзеле во случај на појава на некоја зараза на територијата на Република Македонија.

## 10. КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Ahrens, W. 2005. Handbook of epidemiology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
2. Cowan, M.K. and Talaro, K.P. 2006. Microbiology: A sistem aproach. The McGraw-Hill Companies.
3. Harley-Prescott. 2002. laboratory exercises in microbiology, Fifth edition. The McGraw-Hill Companies.
4. Hirsh, D.C. and Zee, Y.C. 1999. Veterinary microbiology. Blackwell Science, Inc.
5. Koch, A.L. 2006. The bacteria: Their origin, structure, function and antibiotics. Springer.
6. Frank, S.A. 2002. Immunology and evolution of infectious disease. Princeton University Press.
7. Lerner, K.L. and Lerner, B.W. 2003. World of microbiology and Immunology. The Gale Group.
8. Lerner, B.W. and Lerner, K.L. 2008. Infectious disease: in contex. The Gale Group.
9. Mihalović, B. 1983. Mikrobiologija I: Opšta mikrobiologija sa osnovima imunologije. Veterinarski fakultet, Beograd.
10. Mihalović, B. 1987. Mikrobiologija III: rikacije i virusi. Naučna knjiga, Beograd.
11. Mihalović, B. i Marković, B. 1987. Praktikum za praktične vežbe iz mikrobiologije. Naučna knjiga, Beograd.
12. Naglič, T., Hajsing, D., Madić, J., and Pinter, Lj. 1988. Praktikum opće mikrobiologije i imunologije. Školska knjiga, Zagreb.
13. Naglič, T i Hajsing, D. 1993. Veterinarska imunologija, Školska knjiga, Zagreb.
14. Panjević, Dj. 1986. Zaraze domaćih životinja: Opšti deo. Naučna knjiga, Beograd.
15. Pfeiffer, D.U. 2002. Veterinary epidemiology - an introduction. Royal Veterinary College.
16. Thrusfield, M. 2005. Veterinary epidemiology. Blackwell Science, Inc.
17. Закон за ветеринарно здравство. Службен весник на РМ бр. 113/2007.
18. Закон за ветеринарно јавно здравство. Службен весник на РМ бр. 114/2007.
19. Закон за благосостојба на животните. Службен весник на РМ бр. 113/2007.
20. Годишна наредба за здравствена заштита на животните. Министерство за земјоделство, шумарство и водостопанство на РМ, Управа за ветеринарство.

## 11. РЕЧНИК НА ПОМАЛКУ ПОЗНАТИ ЗБОРОВИ УПОТРЕБЕНИ ВО ТЕКСТОТ НА УЧЕБНИКОТ

### А

- авитаминоза** - недостаток на одредени витамини во живиот организам
- автоклав** - апарат за вршење на стерилизација со пареа под притисок
- агар** - супстанција добиена од морски алги, се користи во микробиологијата за подготвување на цврсти хранливи подлоги за култивирање на бактерии
- адаптација** - способност на живите суштества да се прилагодуваат на дадените услови за живот
- актиномикоза** - инфективна бактериска болест кај луѓето и животните предизвикана од *Actinomyces israelii*
- албумин** - вид протеин, составен дел на многу животински ткива и раствори
- алергија** - зголемена реактивност на организмот кон внесеното страно тело
- анаболизам** - процес на биосинтеза на нови макромолекули неопходни за одржување на клеточните животни функции
- анамнеза** - собирање податоци, информации за болното животно, со цел да се помогне во поставувањето дијагноза на болеста
- анилин** - синтетичко соединение кое се употребува за производство на анилински бои за бојосување на бактериите
- аспергилоза** - респираторна болест кај животните, предизвикана од габи од родот *Aspergillus*

### Б

- Bacillus** - род бактерии, повеќе видови од овој род се патогени за луѓето и животните, најпатоген вид е *Bacillus anthracis*
- бактериемија** - пренесување на бактериите од влезното место до целните ткива и органи со помош на крвта, без во неа да се размножуваат
- бактериолошка еза** - инструмент кој се користи за засејување на заразен материјал на хранлива подлога
- бактериофаги** - вируси кои се размножуваат во бактериската клетка
- биосинтеза** - процес на создавање на специфични макромолекуларни соединенија кои влегуваат во градбата на микробната клетка

### В

- вакцинација** - мерка за заштита на здрави животни од одредена заразна болест
- вакцини** - биолошки средства припремени од бактерии, токсини и вируси, кои се внесуваат во здрав организам со цел создавање имунитет
- вариолизација** - вакцинација против големи сипаници
- вегетативни облици на бактерии** - фаза на микроорганизмите кога тие се способни за размножување
- витамини** - органски соединенија кои се неопходни за нормално вршење на метаболичките процеси во секој жив организам
- виремија** - навлегување на вирусот во крвта и пренесување до рецептивното ткиво

**вируленција** - степен на патогеност на различните соеви на еден ист вид на микроорганизам;

**вируси** - интрацелуларни паразити, чиј што геном содржи или ДНК или РНК, а за размножување го користат механизмот на клетката во која паразитираат;

**воспалителна реакција** (воспаление, инфламација) - одбранбена реакција на живите ткива кон туѓите агенци (механички, физички, хемиски и биолошки)

## Г

**генотип** - збир на детерминанти кој ги одредува сите наследни особини на сите живи суштества;

**глобулини** - биолошки активни серумски протеини, составен дел на ензимите и антителата

**Голциев систем** - клеточни органели кои се сретнуваат кај повеќето еукариотски клетки, служат за складирање на протеините и липидите по нивната биосинтеза

## Д

**дифтерија** - акутна, вирусна, инфективна болест кај живината

**дистрикт** - заразено подрачје; област во која е дијагностицирана одредена заразна болест

## Е

**егзем** - бактериска воспалителна промена на кожата

**ендоплазматски ретикулум** - клеточни органели во еукариотските клетки

**ензими** - функционални протеини кои ја овозможуваат метаболичката активност на клетките - микроорганизмите;

**ерготизам** - труење предизвикано од алкалоидот ерготамин на габата *Claviceps purpurea*;

***Escherichia coli*** - бактерија индикатор за фекално загадување водата и почвата; предизвикува колибацилоза кај животните и човекот

**еукариотски клетки** - клетки на вишите протисти кои имаат вистинско јадро во кое се наоѓа наследната материја

## З

**зоонози** - заразни болести кои се заеднички за луѓето и животните

## И

**имунитет** - отпорност на организмот спрема некоја болест

**имун серум** - крвен серум кој содржи специфични антитела против одреден микроорганизам или токсин

**инвазивност** - способност на микроорганизмот за ширење од почетното, влезно место, во подлабоките ткива и таму да се размножува

**инклузии** - специфични структури во клетката која е заразена со вирус

**интерферон** - протеинска супстанција внатре во клетките, која има силно антивирусно дејство

**инфективност** - способност на микроорганизмот да создаде почетно жариште на влезното место во организмот совладувајќи ги одбранбените механизми



**инфекција** - заразување, навлегување на микроорганизмите во организмот на животните, и негово патогено делување

**иритација** - воспалителна дразба во организмот која настанува под дејство на некој штетен агенс

**исхрана** - збир на физички и хемиски процеси кои и овозможуваат на микробната клетка да ги прими сите соединенија и елементи што се потребни за живот/вршење на животните функции

## Ј

**јагленохидрати** - органски соединенија изградени од јаглерод, водород и кислород, претставуваат извор на енергија за клетката

## К

**карантин** - изолација на животните која се применува за спречување на болни животни да се внесат во здраво стадо

**катаболизам** - сите биохемиски реакции кои се одигруваат во живата клетка и кои доведуваат до ослободување на енергија;

**клеточни органели** - структури во клеточната цитоплазма кои вршат одредени физиолошки функции

***Clostridium*** - род бактерии; некои видови предизвикуваат гасни едеми кај луѓето и животните и расипување на прехранбените производи од животинско потекло

**комплемент** - систем кој се состои од поголем број на протеински компоненти и заедно со антителата претставува елемент на хуморалната одбрана на организмот

**контаминација** - присуство на микроорганизми на неживи предмети

**крвен серум** - жолтеникава течност, богата со протеини, се одвојува со коагулирање на крвта

## Л

**латентен** - сокриен, прикриен

**леталитет** - процент на угинати животни од некоја заразна болест во однос на вкупниот број заболени животни

**леукоцидин** - супстанции кои ги убиваат леукоцитите

**лизозим** - хидролитички ензими кои ги разградуваат мукополипептидите во клеточниот сид на бактериите

**липиди** - голема група на органски соединенија, нерастворливи во вода, а растворливи во органски растворовачи

## М

**метаболизам** - севкупност на биохемиските процеси кои се одигруваат во живата клетка на микроорганизмот

**митохондри** - клеточни органели во еукариотските клетки, во кои се синтетизираат молекулите АТФ

**модификација** - фенотипски промени кај микроорганизмите

**морбидитет** - процент на заболени животни од некоја заразна болест во однос на вкупниот број приемливи животни

**морталитет** - процент на угинати животни од некоја заразна болест во однос на бројот на приемливи животни

**мутација** - генотипски промени кај микроорганизмите

## Н

**некроза** - локално изумирање на ткивото;  
**носител на микроби** - жив организам кој е носител на патогени микроорганизми

## О

**обдукција** - секцирање, систематски преглед на угинати животни со цел утврдување на причината за настанување на смртта  
**органотрофни микроорганизми** - организми кои потребната животна енергија ја добиваат со разложување на органските соединенија,  
**осмотски притисок** - притисок кој го вршат растворите, со што се овозможува дифузија на течностите низ полупропустлива мембрана

## П

**патогенеза** - настанување на патолошките промени во организмот како резултат од навлегувањето на некој штетен агенс  
**патогеност** - потенцијална способност на микроорганизмот да предизвикува болест  
**пеплос** - заштитен покривач на вирусот  
**петриева плоча** - лабораториски стаклен сад со капаче кој се користи за налевање на цврсти хранливи подлоги за култивирање на бактерии и габи  
**пили** (фимбрии) - влакнести формации кај бактериите кои служат за движење, прицврстување и размножување  
**пирогени супстанции** - супстанции кои предизвикуваат зголемување на телесната температура

**плазмиди** - слободни независни ДНК единици во цитоплазмата на бактерииската клетка кои контролираат одредени функции  
**прокариотски клетки** - немаат вистински ограничено и морфолошки оформено јадро, туку јадрениот апарат се состои од кружен хромозом без јадрена мембрана  
**приемлив организам** - особина на макроорганизмот да поседува услови за живот на микроорганизмот кој навлегол во него  
**протеини (полипептиди)** - органски соединенија изградени од аминокиселини, претставуваат основен граѓбен материјал на секоја клетка  
**pH - вредност** - концентрација на водородни јони во средината

## Р

**размножување** - цикличен процес, при кој настанува зголемување на бројот на микроорганизми  
**растење** - процес при кој се зголемува обемот и тежината на микробната клетка  
**резистентност** - природна отпорност на организмот кон причинителот на одредена заразна болест  
**репликација** - удвојување  
**репродукција** - размножување на живите организми, животни  
**рибозоми** - клеточни органели во кои се врши биосинтезата на протеините од аминокиселини

## С

**Salmonellae** - бактериите од овој род предизвикуваат цревни заболувања кај луѓето и животните

**септикемија** - пренесување и размножување на бактериите во крвта

**серотонин** - биоактивен амин кој предизвикува собирање на крвните садови и зголемување на крвниот притисок

**смрт** - престанување на животните функции на организмот

**stamping out** - убивање на заболените и сомнителни животни и нештетно отстранување на нивните мрши, со цел спречување на ширење на некоја заразна болест

**стоматит** - воспаление на лигавицата на устата

## Т

**токсичност** - способност на микроорганизмите да создаваат токсини, отровни супстанции

**транскрипција** - препишување

## Ф

**фагоцитоза** - способност на некои клетки во организмот на животните и човекот, да ги проголтаат бактериите и другите честичи и да ги разградат

**фенотип** - збир на сите морфолошки, физиолошки и други особини на живите суштества кои можат да се видат со голо око или микроскоп, или се манифестираат преку одредени биохемиски реакции

**фототропни микроорганизми** - потребната животна енергија ја добиваат од сончевата светлина

**фузариотоксикоза** - микотоксикоза, односно труење со токсините на габата *Fusarium spp.*

## Х

**хаптен** - мали молекули кои, поврзувајќи се со некој носач стануваат комплетни антигени

**хемолиза** - способност на одредени патогени и непатогени микроорганизми да продуцираат супстанции кои ја разградуваат мембраната на црвените крвни клетки кај луѓето и животните при што, од нив се ослободува хемоглобинот

**хипертермија** - зголемена телесна температура

**хипотермија** - намалена телесна температура под нормалната

**хистамин** - биоген амин кој предизвикува зголемена пропустливост на крвните садови и предизвикува контракција на мазната мускулатура

**хитин** - азотно соединение многу слично на полисахаридите

**хлорофил** - зелен пигмент во фотосинтетските микроорганизми и растенијата, кој ја претвора сончевата енергија во хемиска при процесот на фотосинтеза